KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

Geologi dasar



Semester 2

Kelas
X

PENULIS :

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus dilakukan peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB 1

KERAK BUMI

A. Struktur Dalam Bumi

Susunan bumi bagian dalam sulit sekali diketahui secara langsung, sehingga orang berusaha menganalisanya lewat hasil pengukuran secara tidak langsung.

Wujud bagian dalam bumi menimbulkan beberapa pendapat dugaan, antara lain ada yang mengatakan bahwa semakin jauh ke dalam bumi temperatur semakin tinggi dan semakin kecil gradien geothermisnya. Setelah dihitung para ahli memperkirakan temperatur inti bumi sekitar 2.000°C – 3.000°C.

Berdasar pengukuran empiris menimbulkan pendapat bahwa inti bumi pasti berwujud gas karena pada temperatur yang tinggi materi padat akan mencair dan kemudian berubah menjadi gas. Sebagian ahli tidak sependapat dengan alasan bahwa makin ke dalam tekanan juga akan semakin tinggi karena tekanan lapisan dari atas semakin besar. Oleh karena itu, di bawah tekanan yang begitu besar maka inti bumi berwujud padat. Pendapat lain yang menggabungkan kedua pendapat di atas mengatakan bahwa inti bumi wujudnya kental sebab sekalipun temperatur tinggi namun tekanan yang begitu tinggi akan meng-halangi perubahan zat menjadi gas.

Berdasarkan penelitian de-ngan bantuan berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi. Para ahli menyusun suatu teori tentang susunan kerak bumi. Berdasarkan teori tersebut maka bumi terdiri atas tiga bagian besar yaitu kerak bumi (*crush*), selimut (*mantle*), dan inti (*core*). Masing-masing bagian tersebut dibahas lebih detil pada beberapa sub bab berikut ini. Para ahli mengemukakan keterangan yang diperoleh tidak saja dari analisa tentang gelombang gempa, melainkan juga dengan analisis data lainnya.

B. Kerak bumi

Merupakan lapisan paling atas dengan tebal rata-rata antara 10 – 50 km. Tebal lapisan ini tidak sama di semua tempat. Di atas benua tebalnya antara 20 – 50 km, namun di bawah dasar laut ketebalannya hanya mencapai sekitar 10 – 12 km.

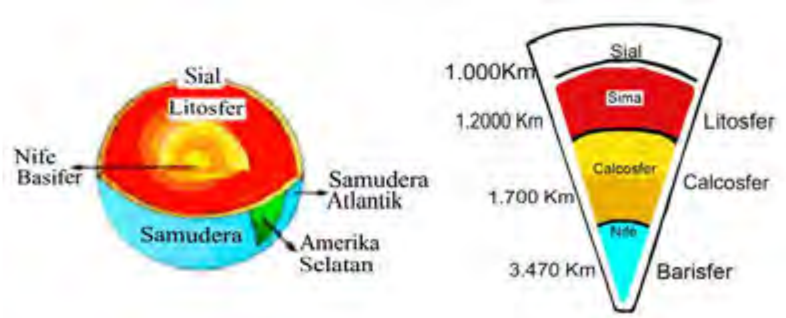
Wujud dari lapisan ini berupa materi-materi yang padat. Dalam kerak bumi masih dibagi menjadi dua lapisan yaitu granitis dan basaltik. Lapisan granitis merupakan lapisan paling luar dari kerak bumi. Susunan materi penyusunnya kebanyakan berupa batuan granit. Lapisan ini menempati lapisan paling atas dengan ketebalan sekitar 10 – 15 km. Lapisan basaltis merupakan lapisan setelah lapisan granitis. Susunan materi kebanyak-an tersusun dari materi basalt yang bersifat basa. Letaknya di bawah lapisan granitis dengan kedalaman sekitar 30 – 50 km.

Holmes melakukan pembagian kerak bumi sebagai berikut:

1. Bagian atas mempunyai tebal 15 km dengan berat jenis kira-kira 2,7 dan bersifat magma granit.
2. Bagian tengah mempunyai tebal 25 km dengan berat jenis 3,5 dan bersifat magma basal.
3. Bagian bawah memiliki kete-balan 20 km dengan berat jenis 3,5 serta bersifat magma peridotit dan eklogit.

Bagian atas dan bagian tengah disebut s*ial* karena sebagian besar terdiri dari silisium aluminium, sedangkan bagian bawah disebut *sima* karena sebagian besar terdiri dari silisium magnesium.

Beberapa ahli lainnya menge-mukakan bahwa bumi tersusun atas beberapa lapisan yaitu barisfer, lapisan antara, dan litosfer. Barisfer (lapisan inti bumi) merupakan bahan padat yang tersusun atas lapisan *nife* (*niccolum* = nikel dan *ferum* = besi). Jari-jari barisfer memiliki panjang sekitar 3.470 km. Lapisan antara yaitu lapisan yang terdapat di atas *nife* dengan tebal sekitar 1.700 km. Lapisan ini disebut juga *asthenosfer* (*mantle*), merupakan bahan cair bersuhu tinggi dan pijar. Berat jenisnya 5 gr/cm^3. *Lithosfer* yaitu lapisan paling luar yang terletak di atas lapisan antara dengan ketebalan 1.200 km berat jenis rata-rata 2,8 gram/cm^3.



Gambar 1.1. Pembagian bumi berdasarkan jenis dan sifat penyusunnya

1. Selimut Bumi

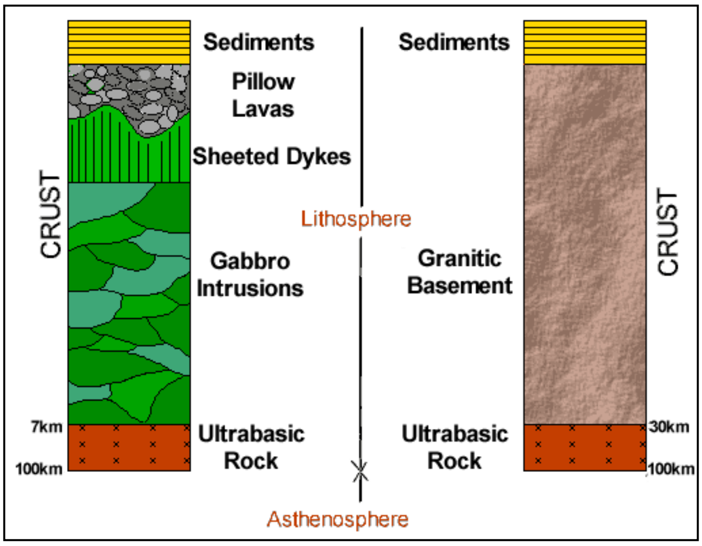
Lapisan bagian dalam setelah kerak bumi adalah selimut (*mantle*), lapisan ini bersifat melindungi bagian dalam bumi. Lapisan ini menempati bagian bawah dari kerak bumi, pada umumnya dibagi menjadi tiga bagian yaitu litosfer, astenosfer dan mesosfer.

a. Litosfer

Pertama tama perlu diketahui bahwa kata litosfer berasal dari bahasa Yunani yaitu lithos artinya batuan, dan sphera artinya lapisan. Jadi lithosfer yaitu lapisan kerak bumi yang paling luar dan terdiri atas batuan dengan ketebalan rata-rata 1.200 km.

Lapisan ini pada umumnya terjadi dari senyawa kimia yang kaya akan SiO_2. Itulah sebabnya lapisan litosfer seringkali dinamakan lapisan silikat. Pada bagian atas dari lapisan litosfer disebut muka atau kulit bumi yang dapat dibagi-bagi kembali, yaitu tanah (*soil, overburden*), batuan penutup (*mantle rock*) dan batuan dasar (*bed rock*). Menurut penyelidikan batuan litosfer terdiri dari 92 elemen kimia. Dari 92 unsur tersebut oksigen dan paduannya menduduki persentase terbesar yaitu 46%. Kemudian disusul oleh unsur silika dan paduannya sejumlah 28%. Elemen lainnya terdiri dari aluminium, besi, kalsium, potasium, sodium, dan magnesium sebesar 24%. Kede-lapan elemen ini mencapai 98%. Sisanya terdiri dari puluhan elemen tetapi jumlahnya sedikit-sedikit.

Bersama-sama dengan kerak bumi sering pula disebut lempeng litosfer yang mengapung di atas materi yang agak kental yaitu astenosfer.



Gambar 1.2. Penampang kerak bumi

b. Astenosfer

Lapisan setelah litosfer adalah astenosfer. Lapisan ini berada di bawah litosfer berwujud agak kental dengan ketebalan sekitar 100 – 400 km. Para ahli menduga mungkin lapisan ini sebagai tempat formasi magma (magma induk). Dan pada lapisan ini sintesa batuan dan mineral dibentuk. Karena wujudnya yang tidak padat maka massa yang diatasnya dapat bergerak.

c. Mesosfer

Berwujud padat dengan kete-balan sekitar 2.400 – 2.750 km terletak di bawah astenosfer. Pada lapisan ini materi penyusunnya kemungkinan berupa peridotit.

2. Inti Bumi

Lapisan paling dalam dari bumi disebut dengan inti (*core*), lapisan ini dibedakan menjadi dua bagian yaitu inti luar (*outer core*) dan inti dalam (*inner core*).

a. Inti luar

Inti luar merupakan inti bumi yang ada di bagian luar yang berwujud cair sebab lapisan ini tidak dapat dilalui oleh gelombang sekunder. Tebal lapisan ini sekitar 2.160 km.

b. Inti dalam

Inti dalam merupakan inti bumi yang ada di bagian dalam tersusun dari materi berupa besi atau besi dan nikel. Pada kedalaman sekitar 5.145 km seismograf menunjukkan peru-bahan kecepatan gelombang primer, sebagai petunjuk batas antara inti bagian luar dan inti bagian dalam. Tebalnya sekitar 1.320 km.

C. Batuan pembentuk litosfer

Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunungapi. Gunungapi ada yang di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku di muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai terkena panas, hujan, serta aktivitas tumbuhan dan hewan.

Selanjutnya hancuran batuan tersebut terangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk

dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.

1. Batuan Beku

Batuan beku adalah batuan yang terjadi dari pembekuan larutan silikat cair dan pijar yang dikenal dengan magma. Ada dua macam batuan beku, yaitu batuan beku dalam (contohnya granit), dan batuan beku luar (contohnya andesit). Untuk mengetahui kete-patan jenis batuan harus dilakukan uji laboratorium dengan meng-gunakan mikroskop untuk melihat bentuk kristal dari mineral penyusun batuan.



Gambar 1.3. Batuan beku

2. Batuan sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk akibat litifikasi bahan rombakan batuan asal maupun hasil denudasi atau hasil reaksi kimia maupun hasil kegiatan organisme. Ada beberapa macam batuan sedimen, yaitu batuan sedimen klastik, hancuran batuan beku, contohnya breksi, konglomerat dan batupasir. Sedimen kimiawi berupa endapan dari suatu pelarutan, contohnya batu kapur dan batu giok. Sedimen organik berupa endapan sisa sisa hewan dan tumbuhan laut contohnya batugamping dan koral.



Gambar 1.4. Batuan sedimen

3. Batuan malihan

Batuan malihan (batuan metamorf) adalah batuan yang berasal dari batuan induk bisa batuan beku, batuan sedimen maupun metamorf itu sendiri yang mengalami metamorfosa. Metamor-fosa (perubahan bentuk) adalah proses rekristalisasi di dalam kerak bumi yang keseluruhannya atau sebagian besar terjadi dalam keadaan padat yaitu tanpa fase cair.

Selanjutnya terbentuk struktur dan mineralogi baru akibat pengaruh temperatur dan tekanan yang tinggi. Contohnya kapur (kalsit) berubah menjadi marmer, atau batuan kuarsa menjadi kuarsit.



Gambar 1.5. Batuan Malihan

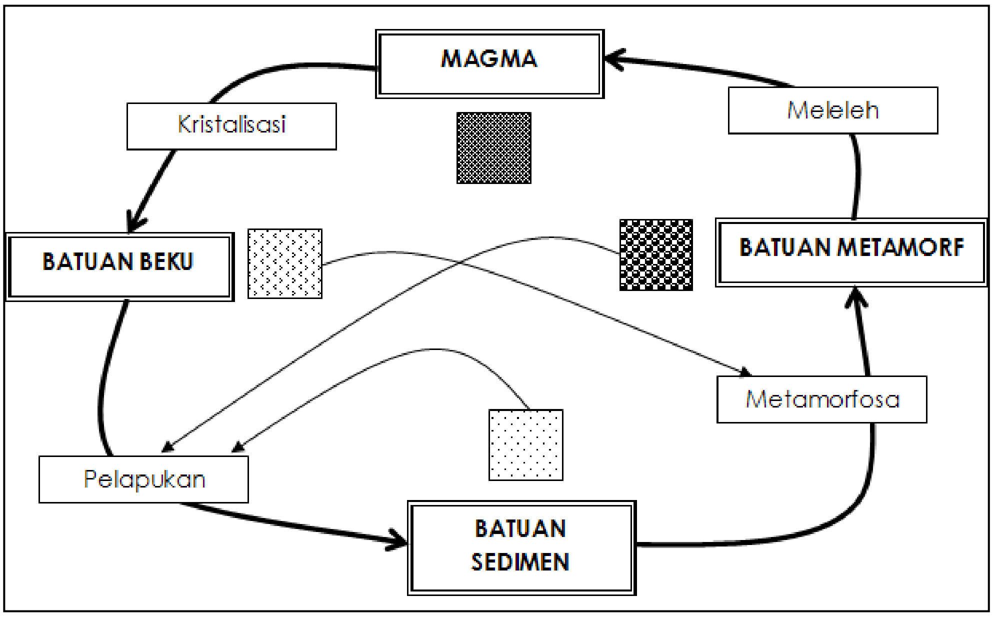
D. Siklus pembentukan batuan

Berdasarkan pengetahuan tentang batuan beku, sedimen, dan metamorf serta proses pemben-tukannya maka menjadi semakin jelas hubungan jenis batuan yang satu dengan lainnya.

Setelah membahas tentang macam-macam batuan menurut terjadinya maka dapat dibuat skema atau siklus batuan mulai dari magma yang membeku menjadi batuan beku kemudian mengalami pelapukan dan erosi, mengalami pengendapan menjadi batuan sedimen selanjutnya mengalami perubahan bentuk menjadi batuan metamorf.

Berdasarkan mekanisme daur batuan di alam dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Magma mengalami proses pendinginan, terjadi kristalisasi membentuk batuan beku.
2. Batuan beku mengalami pela-pukan, tererosi, terangkut dalam bentuk larutan ataupun tidak larut, diendapkan, sedimentasi membentuk batuan sedimen. Ada pula yang langsung menga-lami perubahan bentuk menjadi batuan metamorf.
3. Batuan sedimen dapat menga-lami perubahan baik secara kontak, dynamo dan hidrotermik akan mengalami perubahan bentuk dan menjadi batuan metamorf.
4. Batuan metamorf yang mencapai lapisan bumi yang suhunya tinggi mungkin berubah lagi menjadi magma lewat proses magmatisasi.



Gambar 1.6. Siklus pembentukan batuan

E. Pemanfaatan Litosfer

Litosfer merupakan bagian bumi yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan dan memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan di bumi. Litosfer bagian atas merupakan tempat hidup bagi manusia, hewan dan tanaman. Manusia melakukan aktivitas di atas litosfer.

Selanjutnya litosfer bagian bawah mengandung bahan-bahan mineral yang sangat bermanfaat bagi manusia. Bahan bahan mineral atau tambang yang berasal dari litosfer bagian bawah diantaranya minyak bumi dan gas, emas, batu bara, besi, nikel, dan timah.

BAB 2

MINERALOGI

A. Definisi Mineral

Mineralogi adalah ilmu yang mempelajari tentang mineral, meliputi pengenalan karakteristik fisik, komposisi kimia, penge-lompokan, hingga proses pembentukannya. Mineral termasuk benda mati yang terdapat di alam, sedangkan bagian lainnya yang ada di alam adalah makhluk hidup dan tanaman. Perbedaan di antara keduanya adalah mineral tidak dapat berkembang biak seperti makhluk hidup.

Mineral adalah suatu benda padat homogen yang terdapat di alam, terbentuk secara anorganik, mempunyai komposisi kimia pada batas-batas tertentu, dan mempu-nyai atom-atom yang tersusun secara teratur. Benda padat homogen artinya bahwa mineral hanya terdiri atas satu fase padat, hanya satu macam material, yang tidak dapat diuraikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh suatu proses fisika. Oleh karena itu, cairan dan gas-gas tidak termasuk mineral. Air bukan mineral kecuali dalam bentuk padat. Mineral terbentuk secara anorganik artinya benda-benda padat homo-gen yang dihasilkan oleh binatang dan tumbuh-tumbuhan tidak termasuk mineral. Kulit tiram dan mutiara di dalamnya, meskipun terdiri dari kalsium karbonat yang tidak dapat dibedakan secara kimia maupun fisika dari mineral aragonit, tidak dianggap sebagai mineral. Mineral mempunyai komposisi kimia pada batas-batas tertentu artinya bahwa mineral itu merupakan senyawa kimia. Senyawa kimia mempunyai komposisi pada batas-batas tertentu yang dinyatakan dengan suatu rumus. Rumus kimia mineral dapat sederhana maupun komplek, tergantung dari banyaknya unsur-unsur yang ada dan proporsi kombinasinya.

B. Sifat Fisik Mineral

Macam-macam sifat fisik mi-neral yang terpenting dalam pengamatan mineral secara megaskopik adalah:

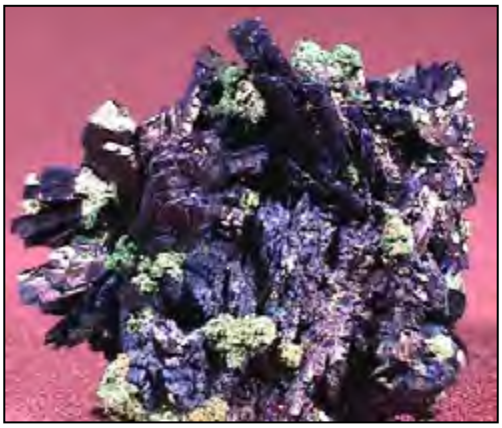
- Warna (*Colour*)
- Kilap (*Luster*)
- Cerat (*Streak*)
- Belahan (*Cleavage*)

- Pecahan (*Fracture*)
- Kekerasan mineral (*Hardness*)
- Sifat dalam (*Tenacity*)
- Berat Jenis (*Specific gravity*)
- Kemagnitan (*Magnetism*)
- Kelistrikan (*Electricity*)

Masing-masing sifat fisik mineral tersebut dibahas secara lebih detil dalam pembahasan selanjutnya.

1. Warna

Warna mineral adalah warna yang bisa ditangkap oleh mata bilamana mineral tersebut terkena sinar. Warna ini penting untuk membedakan antara warna yang disebabkan oleh campuran atau pengotoran dan warna asli elemen-elemen utama pada mineral tersebut. Banyak mineral yang dinamakan berdasarkan warna. Misalnya warna asli dari elemen-elemen utama pada mineral (*idiochromatis),* yaitu warna yang tetap dan khas. Contoh mineral tersebut adalah *azurite* biru, *malachite* hijau, *erythrite* merah-ungu, dll. seperti ditamplkan pada Gambar 2.1 s/d 2.10. Warna karena adanya pengotoran *(allochromatis)* merupakan warna yang tidak tetap atau berubah-ubah.



Gambar 2.1. Mineral *azurite* biru



Gambar 2.2. *Malachite* hijau



Gambar 2.3. *Erythrite* merah-ungu



Gambar 2.4. *Crocoite* orange-merah

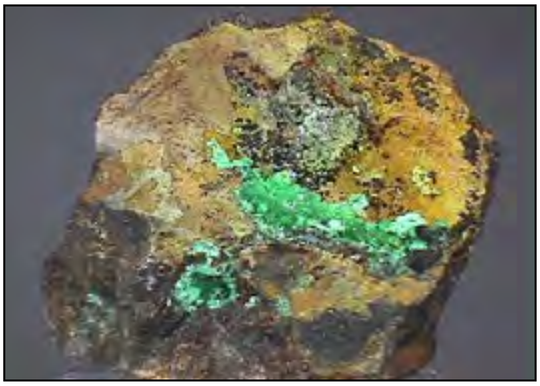


Gambar 2.5. *Limonite* merah berkarat

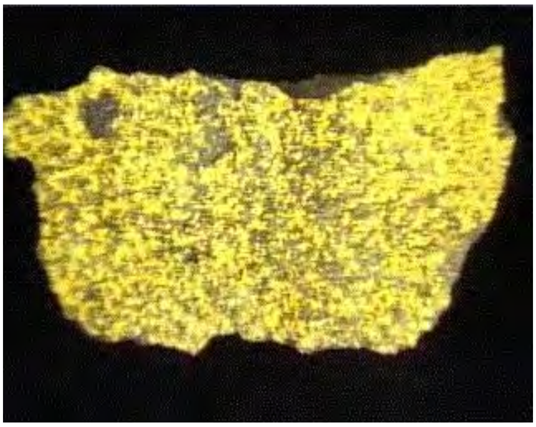




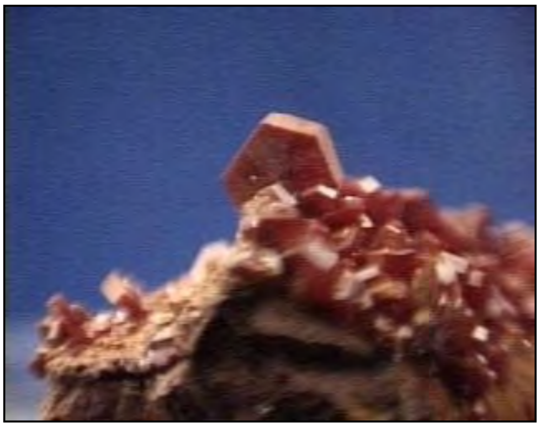
Gambar 2.6. *Rhodochrosite* – pink (merah muda)



Gambar 2.7. *Annabergite* hijau



Gambar 2.8. *Zippeite* kuning merupakan uranium sulfat terhidrasi



Gambar 2.9. *Vanadinite* merah-*orange*

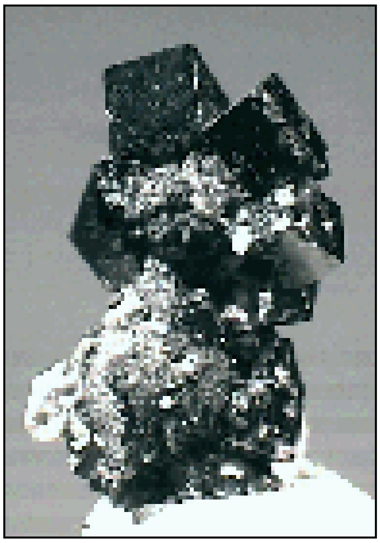


Gambar 2.10. *Gypsum* tidak berwarna

2. Kilap (luster)

Kilap merupakan sifat optik dari mineral yang berhubungan dengan refleksi dan refraksi. Kilap sebagai hasil pantulan cahaya dari permukaan mineral. Intensitas dari kilap sebenarnya merupakan kuantitas cahaya pantul dan pada umumnya tergantung pada besarnya indeks refraksi mineral.

Kilap dapat dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu kilap logam, kilap sub logam, dan kilap bukan logam. Kilap logam *(metalic luster) adalah* kilap yang dihasilkan dari mineral-mineral logam (Gambar 2.11). Kilap sub logam *(sub metalic luster)* terdapat pada mineral-mineral semi opak sampai opak atau kilap yang dihasilkan dari mineral hasil alterasi (Gambar 2.12). Kilap bukan logam biasanya terlihat pada mineral-mineral yang berwarna muda (Gambar 2.13 s/d 2.20).



Gambar 2.11. Kilap logam pada mineral bersifat o*paque*



Gambar 2.12. Kilap sub logam pada mineral *bixbyite (*oksida Fe-Mn*)*

Kilap bukan logam dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu kilap kaca, kilap intan, kilap damar, kilap lemak, kilap sutera, kilap mutiara, kilap tanah, dan kilap

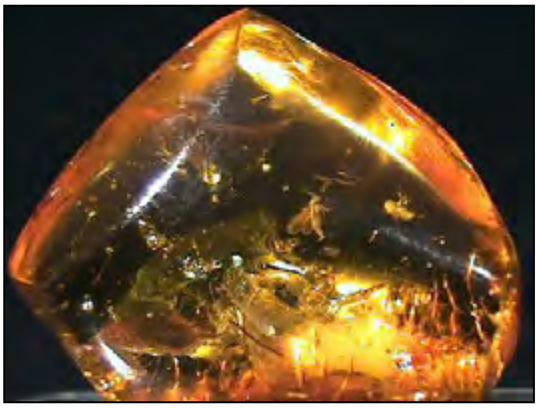
lilin. Gypsum merupakan contoh mineral yang memiliki kilap kaca (Gambar 2.13). Kilap Intan *(adamantine luster)* sangat cemerlang seperti berlian seperti ditunjukkan oleh mineral *topaz* (Gambar 2.14). Kilap damar *(resinous luster)* adalah kilap seperti damar, ditunjukkan oleh mineral *amber* yang memiliki kombinasi warna kuning dan coklat (Gambar 2.15). Kilap lemak *(greasy luster)* adalah kilap seperti lemak, seakan – akan berlapis dengan lemak (Gambar 2.16). Kilap sutera *(silky luster)* merupakan kilap seperti sutera, biasanya terdapat pada mineral-mineral yang menyerat misalnya *artinite* (Gambar 2.17). Kilap mutiara *(pearly luster)* adalah kilap seperti mutiara, biasanya terdapat pada bidang-bidang belah dasar dari suatu kristal mineral. Contoh kilap mutiara terdapat pada mineral *sanbornite* (Gambar 2.18). Kilap tanah (*earthy luster*) adalah kilap yang biasanya terlihat pada mineral-mineral yang kompak, misalnya *barite* (Gambar 2.19). Kilap lilin *(waxy luster),* kilap seperti lilin seperti terlihat pada Gambar 2.20.



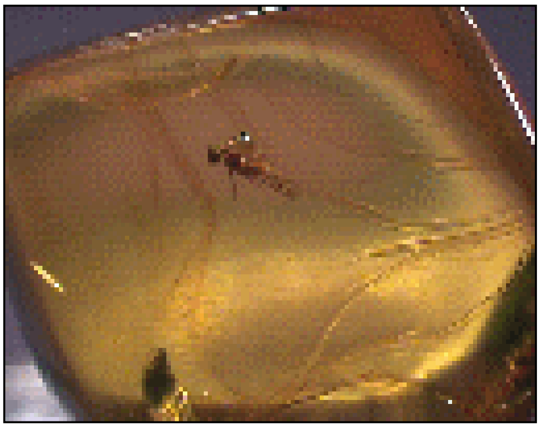
Gambar 2.13. Kilap kaca pada gipsum yang tampak cemerlang



Gambar 2.14. Kilap intan pada *topaz*



Gambar 2.15. Kilap damar pada mineral *amber* (*resinous luster amber*)



Gambar 2.16. Kilap lemak (*greasy luster*) pada opal



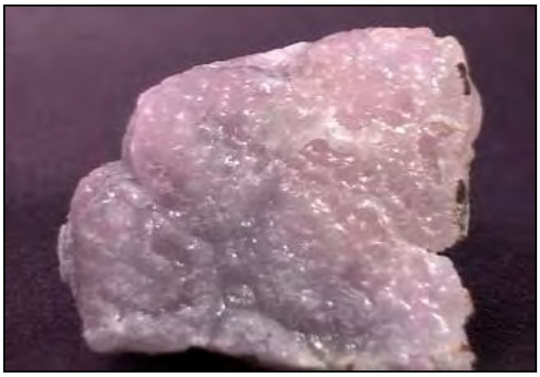
Gambar 2.17. Kilap sutera pada *artinite*



Gambar 2.18. Kilap mutiara pada mineral *sanbornite* (barium silikat)



Gambar 2.19. Kilap tanah pada *barite* (*dull luster barite*)



Gambar 2.20. Kilap lilin (*waxy luster*)

Pada umumnya kita dapat membedakan antara kilap logam dan bukan logam dengan mudah sekali. Kilap jenis lainnya (kilap lilin, kilap sutera, dll.), biasanya sukar sekali dibedakan kecuali oleh orang yang memang beraktivitas di dunia mineral ataupun batuan. Padahal justru perbedaan itulah yang sangat penting untuk penentuan (determi-nasi) dari suatu mineral.

3. Cerat atau Gores (streak)

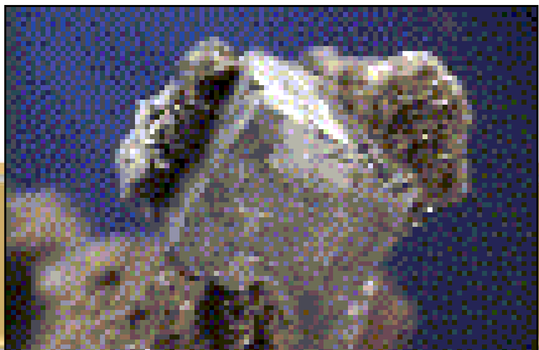
Cerat dapat untuk membeda-kan dua jenis mineral yang warna-nya tampak sama tetapi warna ceratnya (warna dalam keadaan menjadi bubuk) berbeda. Gores atau cerat lebih dapat dipercaya daripada warna yang ditampilkan oleh mineral karena warna cerat lebih stabil.

Pada mineral yang kekerasan-nya kurang dari enam, cerat dapat diperoleh dengan cara menumbuk mineral tersebut sampai halus. Mineral-mineral silikat mempunyai gores putih kadang-kadang abu-abu coklat.

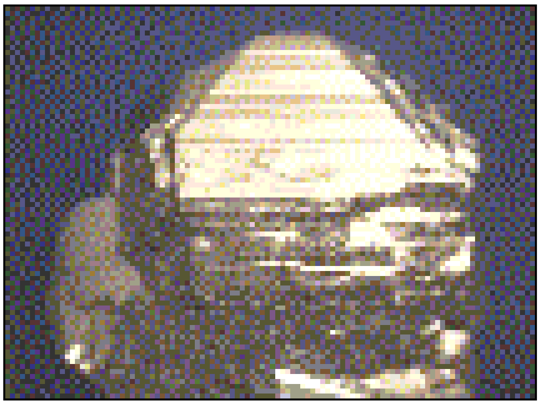
Mineral-mineral oksida, sulfi-da, karbonat, *phosphat*, arsenat, dan sulfat juga mempunyai goresan yang khas. Mineral-mineral yang transparan dan translusen dengan kilap bukan logam mempunyai gores lebih terang dibandingkan dengan warnanya, sedangkan mineral-mineral dengan kilap logam sering kali menunjukkan warna gores yang lebih gelap. Beberapa mineral yang berlainan warnanya tetapi memiliki warna gores yang sama, misalnya hematit dan galena (Gambar 2.21 dan 2.22). Pada beberapa mineral, warna mineral dan warna gores sering menunjuk-kan warna yang sama misalnya galena dan emas (Gambar 2.22 dan 2.24). Mineral lainnya memiliki warna gores yang berbeda dengan warna mineral yang diperlihatkan, diantaranya adalah pirit (Gambar 2.23). Biasanya mineral-mineral yang transparan dan translusen mempunyai gores yang putih atau tidak berwarna atau warna-warna yang muda. Oleh karena itu gores sangat penting untuk penentuan mineral-mineral *opaque* yang translusen, misalnya kalsit.



Gambar 2.21. Hematit memiliki warna gores abu-abu



Gambar 2 .22. Warna gores galena adalah abu-abu



Gambar 2.23. Pirit memiliki warna gores hitam



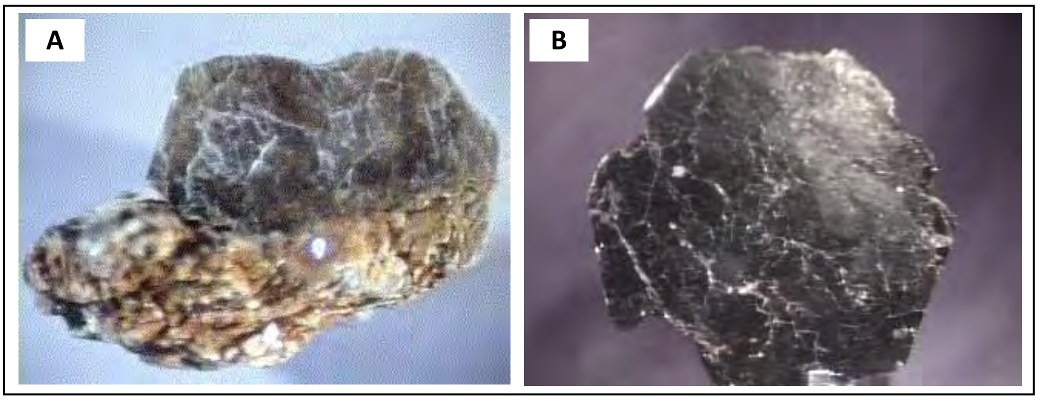
Gambar 2.24. Emas memiliki warna gores kuning

4. Belahan (cleavage)

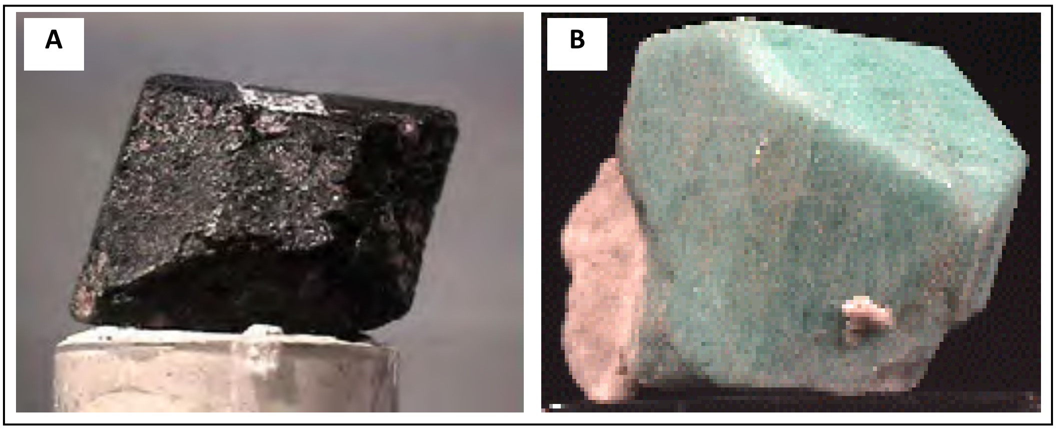
Belahan adalah sifat fisik mineral yang mampu membelah disebabkan oleh tekanan dari luar atau pemukulan menggunakan palu. Belahan terjadi bila mineral dipukul tidak hancur tetapi terbelah-belah mengikuti bidang belah yang licin. Tidak

semua mineral mempunyai sifat ini, sehingga dipakai istilah mudah dibelah, sukar dibelah, atau tidak dapat dibelah. Mineral-mineral yang mempunyai belahan yang baik adalah:

- Muskovit dan biotit mempunyai belahan satu arah yang dapat terbelah menjadi lempengan-lempengan tipis (Gambar 2.25).
- Felspar dan piroksen jenis augit mempunyai belahan dua arah yang saling tegak lurus (Gambar 2.26).
- Hornblende (*actinolite*) mem-punyai belahan dua arah yang membentuk sudut 124° (Gambar 2.27).
- Halit (NaCl) mempunyai belahan tiga arah yang saling tegak lurus (Gambar 2.28).
- Kalsit mempunyai belahan tiga arah tetapi tidak saling tegak lurus (Gambar 2.29).



Gambar 2.25. Mineral muskovit (A) dan biotit (B) memiliki belahan satu arah



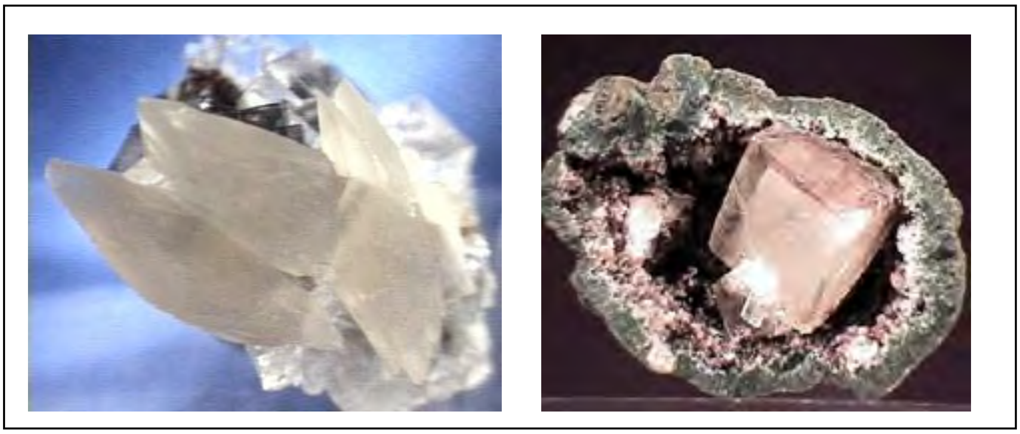
Gambar 2.26. Augit (A) dan felspar (B) memiliki belahan dua arah



Gambar 2.27. *Actinolite* memiliki belahan dua arah membentuk sudut 124°.



Gambar 2.28. Halit mempunyai belahan tiga arah yang saling tegak lurus



Gambar 2.29. Kalsit memiliki belahan tiga arah tetapi tidak saling tegak lurus

5. Pecahan (fracture)

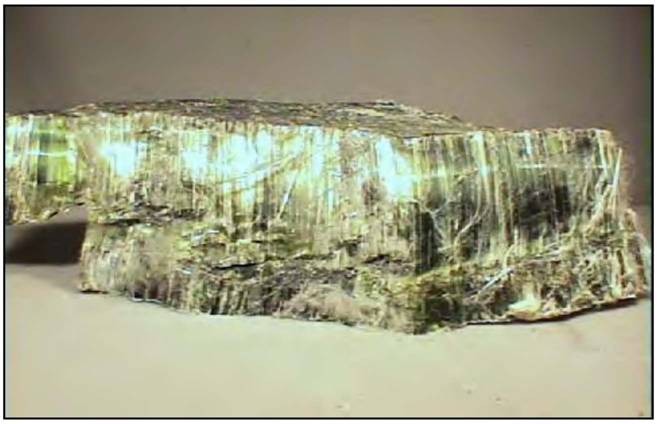
Bila tidak membelah secara teratur, maka mineral akan pecah dengan arah yang tidak teratur. Ada beberapa macam pecahan, beberapa diantaranya adalah (Gambar 10.30 s/d 10.33):

- Konkoidal adalah pecahan yang memperlihatkan gelombang melengkung di permukaan seperti kenampakan kulit kerang atau botol pecah, contohnya kwarsa.
- *Splintery / fibrous* adalah pecahan yang menunjukkan gejala seperti serat. Contohnya asbestos, augit, dan hipersten.
- *Uneven / irreguler* adalah pecahan yang memberi kesan permukaan kasar tidak teratur. Contohnya garnet, hematit, dan *chalcopyrite*.

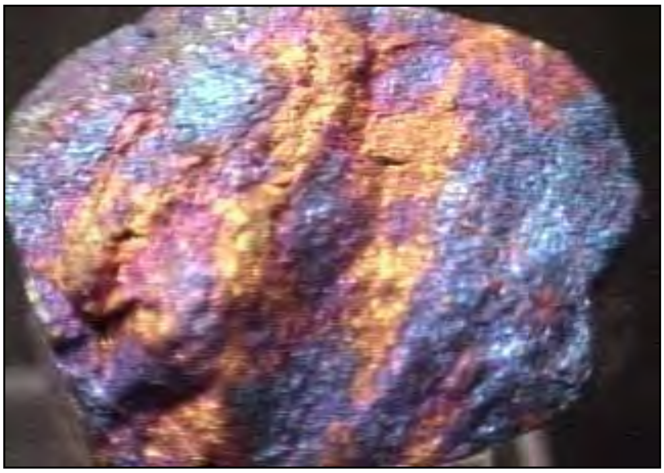
- *Hackly adalah pecahan yang mengesankan* permukaan tidak teratur dengan ujung-ujung runcing. Contohnya perak *native* dan emas *native.*



Gambar 2.30. *Concoidal fracture* pada opal



Gambar 2.31. Pecahan mirip serat pada *chrysotile* (serpentin).



Gambar 2.32. Pecahan tidak teratur pada *chalcopyrite.*



Gambar 2.33. Pecahan runcing-runcing bergerigi pada tembaga (*copper*)

6. Kekerasan (hardness)

Kekerasan mineral diperlukan untuk mendapatkan perbandingan kekerasan mineral satu terhadap mineral yang lain, dengan cara mengadakan saling gores antar mineral. Perlu diketahui bahwa kekerasan mineral ke segala arah ditentukan oleh parameter tiap-tiap poros kritalografinya. Oleh karena itu, kekerasan untuk mineral yang satu mungkin ke segala arah sama keras dan untuk mineral lainnya tidak demikian. Skala kekerasan mineral yang lazim digunakan adalah skala kekerasan Mosh. Skala kekerasan ini terdiri atas 10 tingkatan, berturut-turut dari yang terlunak sampai yang terkeras ditampilkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Skala Kekerasan Mosh

Kekerasan	Mineral	Keterangan
1	Talk	Tergores kuku
2	Gipsum	Tergores kuku, kekerasan kuku = 2
3	Kalsit	Tergores pecahan botol atau pisau
4	Fluorit	Tergores pecahan botol atau pisau
5	Apatit	Tergores dengan sukar oleh pisau
6	Ortoklas	Tidak tergores pisau atau pecahan botol
7	Kwarsa	Tidak tergores pisau
8	Topas	Tidak tergores pisau
9	Korundum	Tidak tergores pisau
10	Intan	Tidak tergores pisau

Tabel 2.2. Skala Kekerasan Mosh beserta contoh gambar mineral

Kekerasan	Mineral	Kekerasan absolut	Gambar
1	Talk ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)	1	
2	Gipsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	2	
3	Kalsit ($CaCO_3$)	9	
4	Fluorit (CaF_2)	21	
5	Apatit ($Ca_5(PO_4)_3(OH-,Cl-,F-)$)	48	
6	Ortoklas ($KAlSi_3O_8$)	72	
7	Kwarsa (SiO_2)	100	
8	Topaz ($Al_2SiO_4(OH-,F-)_2$)	200	

9	Korundum (Al_2O_3)	400	
10	Intan (C)	1500	

Setiap tingkatan kekerasan skala Mohs yang lebih tinggi dapat menggores mineral-mineral pada tingkat yang lebih rendah. Berda-sarkan penentuan kualitatif dari kekerasan ternyata interval-interval pada skala Mohs hampir sama, kecuali interval antara 9 dan 10.

Pengukuran kekerasan mine-ral ini dapat menggunakan alat-alat sederhana, seperti kuku tangan, pisau baja, dan lain-lain. Tabel 2.3 memperlihatkan hubungan antara alat pengukur kekerasan dengan derajat kekerasan dari skala Mohs .

Tabel 2.3. Alat-alat penguji kekerasan

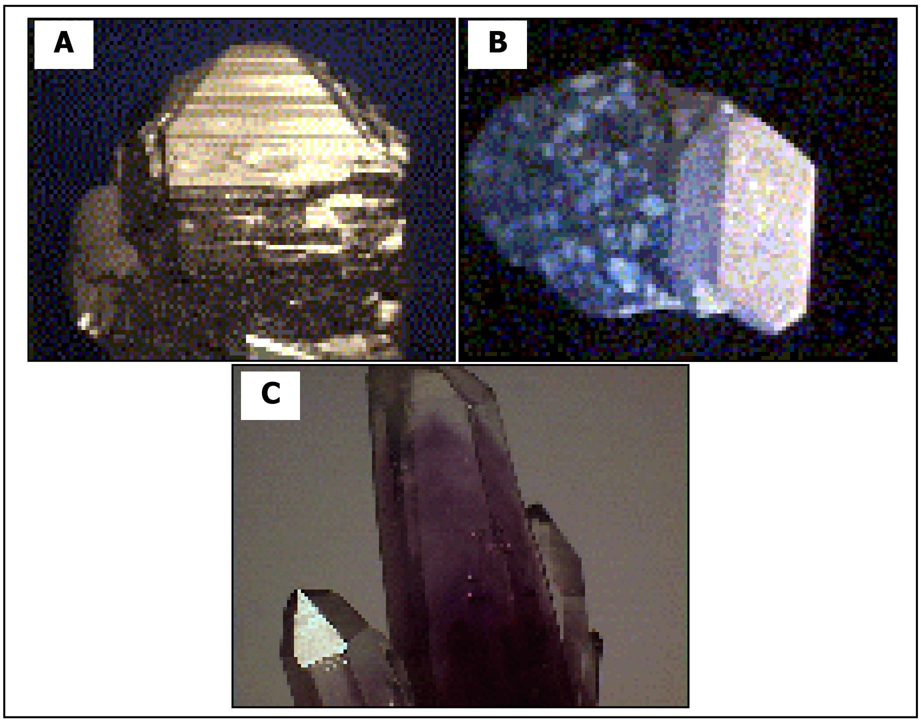
Alat penguji	Derajat kekerasan Mohs
Kuku manusia	2,5
Kawat tembaga	3
Pecahan kaca	5,5 - 6
Pisau baja	5,5 - 6
Kikir baja	6,5 - 7

Pada kasus-kasus tertentu, misalkan suatu mineral tergores oleh kwarsa tetapi tidak tergores oleh ortoklas, maka mineral tersebut mempunyai kekerasan 6,5. Pengujian kekerasan sebaiknya tidak hanya pada satu sisi mineral saja, tetapi juga pada bagian sisi lainnya, mengingat kemungkinan mineral tersebut kekerasannya tidak seragam pada segala arah.

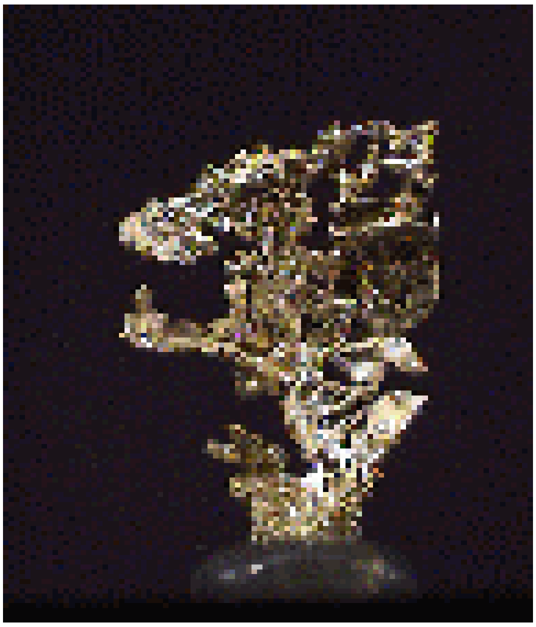
7. Sifat Dalam (Tenacity)

Sifat dalam (*tenacity*) adalah sifat mineral yang berhubungan dengan daya tahan mineral apabila patah, hancur, bengkok, dan irisannya. Macam-macam sifat dalam mineral, diantaranya adalah:

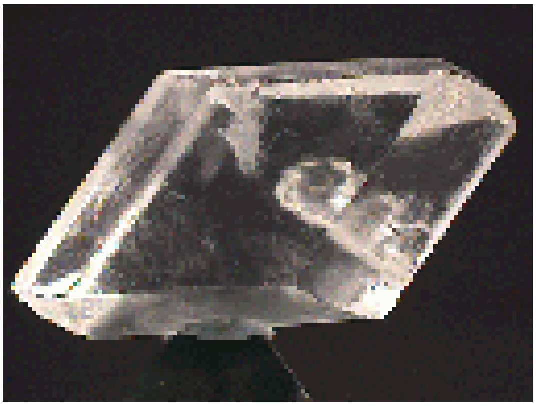
- Rapuh adalah sifat mudah hancur tetapi dapat dipotong-potong, contoh: mineral kwarsa, ortoklas, dan pirit (Gambar 2.34).
- Mudah ditempa adalah sifat mineral yang dapat ditempa menjadi lapisan tipis, seperti pada emas dan tembaga (Gambar 2.35).
- Dapat diiris atau *sectile* adalah sifat mineral yang dapat diris dengan pisau. Hasil irisan rapuh, contohnya mineral gipsum (Gambar 2.36).
- Fleksibel adalah sifat mineral yang lentur dan dapat dibeng-kokkan tanpa menjadi patah dan sesudah bengkok dapat kembali lagi seperti semula. Contohnya mineral talk dan selenit (Gambar 2.37).
- Elastis adalah sifat yang dimiliki oleh mineral yang tersusun atas lapisan-lapisan tipis sehingga dapat dibengkokkan tanpa menjadi patah dan kembali seperti semula bila penekanan dihenti-kan. Contohnya mineral muskovit (Gambar 2.38).



Gambar 2.34. Mineral-mineral bersifat rapuh; (A) Pirit, (B) kwarsa, dan (C) ortoklas.



Gambar 2.35. Emas memiliki sifat dalam (*tenacity*) yang mudah ditempa



Gambar 2.36. Gipsum bersifat *sectile.*



Gambar 2.37. Talk memiliki *tenacity* yang fleksibel.



Gambar 2.38. Muskovit bersifat elastis

8. Berat Jenis ***(specific gravity)***

Berat relatif dari suatu mineral yang diukur terhadap berat dari air disebut sebagai berat jenis. Cara melakukan pengukuran berat jenis adalah sbb.:

a. Timbanglah berat mineral dalam keadaan kering di udara (W).
b. Timbanglah mineral tersebut dalam air, sambil ditenggelam-kan dalam air (W_1). Tampak mineral kehilangan beratnya karena digunakan untuk gaya mengapung. Berat air yang dipindahkan itu adalah sama dengan selisih antara berat mineral di udara dan berat mineral dalam air ($W-W_1$).
c. Berat jenis dari mineral tersebut diperoleh dengan cara membagi berat mineral dalam keadaan kering (W) dengan berat air yang dipindahkan ($W-W_1$), dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W}{(W-W_1)} \quad \ldots\ldots (4.1)$$

Keterangan:

W = Berat mineral kering di udara

W_1 = Berat mineral di dalam air

Setiap jenis mineral mem-punyai berat jenis yang tertentu. Berat jenis ditentukan oleh kepa-datan struktur atomnya. Mineral-mineral pembentuk batuan biasanya mempunyai berat jenis 2,7 dan mineral-mineral logam mempunyai berat jenis 5.

9. Kemagnetan *(Magnetism)*

Kemagnetan adalah sifat mineral terhadap gaya tarik magnet. Mineral ferromagnetik adalah mineral yang mudah tertarik gaya magnet, seperti mineral *magnetite* dan *pyrhotite*. Mineral-mineral yang menolak gaya magnet disebut mineral diamagnetik, sedangkan mineral yang hanya tertarik oleh gaya kuat dari elektromagnet disebut sebagai paramagnetik.

Sifat kemagnetan mineral dapat diketahui dengan cara menggantungkannya pada seutas benang. Sedikit demi sedikit mineral didekatkan pada magnet. Bila benang bergerak mendekatinya, berarti mineral tersebut *magnetite*. Kuat tidaknya bisa terlihat dari besar kecilnya sudut yang dibuat benang tersebut terhadap garis vertikal.

10. Kelistrikan *(electricity)*

Kelistrikan adalah sifat mineral terhadap arus listrik. Sifat listrik mineral dapat dipisahkan menjadi dua, yaitu sebagai pengantar arus atau konduktor dan yang tidak menghantarkan arus listrik atau non konduktor. Pada praktek nya, batas ini tidak tegas sehingga dijumpai istilah semi konduktor, yaitu mineral bersifat sebagai konduktor dalam batas-batas tertentu.

C. Mineral Silikat

Golongan silikat merupakan golongan yang terpenting pe-ranannya dalam kerak bumi. Lebih dari 50%, mineral silikat sebagai pembentuk kerak bumi. Tabel 2 . 4 menggambarkan golongan dari mineral silikat.

Tabel 2.4. Grup mineral silikat

Mineral		Formula	Belahan
Olivin		$(Mg,Fe)_2SiO_4$	Tidak ada
Piroksin		$(Mg,Fe)SiO_4$	2 arah tetapi tidak saling tegaklurus
Grup Amfibol		$(Ca_2,Mg_5)Si_8O_{22}(OH)_2$	2 arah pada sudut 60° dan 120°
Mika	Muskovit	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	Satu arah
	Biotit	$K(Mg,Fe)_3Si_3O_{19}(OH)_2$	
Felspar	Ortoklas	$KAlSi_3O_8$	2 arah saling tegak lurus
	Plagioklas	$(Ca,Na)AlSi_3O_8$	
Kwarsa		SiO_2	Tidak ada

D. Mineral Non Silikat

Non Silikat mineral kebera-daannya pada pembentukan kerak bumi hanya sekitar 5 %. Tabel 2.5 berikut ini menampilkan nama mineral-mineral non silikat beserta formulanya.

Tabel 2.5. Daftar Mineral Non Silikat

Grup	Anggota	Formula
Oksida	Hematit	Fe_2O_3
	Magnetit	Fe_3O_4
	Korundum	Al_2O_3
	Es	H_2O
	Khromit	$FeCr_2O_4$
Sulfida	Galena	PbS
	Spalerit	ZnS
	Pirit	FeS_2
	Khalkopirit	$CuFeS_2$
	Bornit	Cu_5FeS_4
	Cinabar	HgS
Sulfat	Gipsum	$CaSO_4.2H_2O$
	Anhidrit	$CaSO_4$
	Barit	$BaSO_4$
Elemen Natif	Emas	Au
	Tembaga	Cu
	Intan	C
	Sulfur	S
	Grafit	C
	Perak	Ag
	Platina	Pt
Halid	Halit	$NaCl$
	Fluorit	CaF_2
	Silvit	KCl
Karbonat	Kalsit	$CaCO_3$
	Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$
	Aragonit	$CaCO_3$
Hidroksida	Limonit	$FeO(OH)._nH_2O$
	Bauksit	$Al(OH)_3._nH_2O$
Fosfat	Apatit	Ca_3 (F,Cl.OH) (PO_4)
	Turquis	$CuAl_6 (PO_4)_4 (OH)_8.4H_2 O$

E. Deskripsi Mineral

Materi dalam sub bab ini meliputi deskripsi mineral dari seluruh mineral, terutama mineral yang memiliki nilai ekonomi. Mineral-mineral dalam sub bab ini dibahas berdasarkan komposisi kimianya yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Elemen-elemen natif
2. Sulfida
3. Halida
4. Oksida dan hidroksida
5. Karbaonat
6. Nitrat
7. Tungsten dan Molibden
8. Fosfat, arsenat, dan vanadin
9. Sulfat
10. Borak
11. Silikat

Mineral Albit



Gambar 2.39. Albit

- Rumus kimia: $NaAlSi_3O_8$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
    - Warna: berasal dari akar kata albino, berwana putih atau tidak berwarna.
    - Kilap: kaca, kilap tanah jika lapuk.
    - Transparansi: translusen sampai opak, kadang-kadang transparan.
    - Sistem kristal: triklin.
    - Perawakan kristal: tabular dan mendatar.
    - Belahan: sempurna.
    - Pecahan: konkoidal.

- Kekerasan: 6 – 6,5.
- Berat Jenis: 2,61.
- Streak: putih.
- Mineral asosiasi: kwarsa, tourmalin, dan muskovit.

Mineral Oligoklas

- Rumus kimia: Na(90-70%) Ca(10-30%) (Al, Si)$AlSi_2O_8$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
  - Warna: Tidak berwarna - putih, abu-abu, hijau pucat, kuning, atau coklat.
  - Kilap: kaca sampai tanah (jika lapuk).
  - Transparansi: translusen sampai transparan.
  - Sistim kristal: triklin.
  - Perawakan kristal: *blocky* atau tabular.
  - Belahan: satu arah sempurna.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6 – 6,5.
  - Berat jenis: 2,64 – 2,68.
  - Streak: putih.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, muskovit, dan K-felspars.

Mineral Andesin

- Rumus kimia: Na(70-50%) Ca(30-50%) (Al,Si)$AlSi_2O_8$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
  - Warna: sebagian besar berwarna putih
  - atau abu-abu.
  - Kilap: kaca hingga tanah jika lapuk.

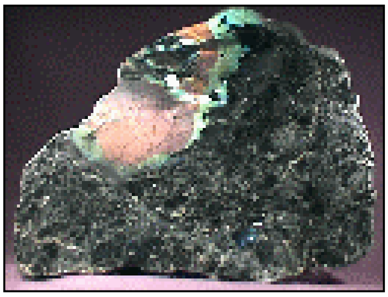
- Transparansi: translusen - transparan.
- Sistem kristal: triklin.
- Perawakan kristal: *blocky*
- Belahan: Sempurna satu arah dan baik pada arah lainnya membentuk sudut mirip prisma.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 6 – 6,5.
- Berat jenis 2,68 – 2,71.
- Gores: putih .
- Mineral asosiasi: biotit, hornblende, kwarsa, dan k-felspars.



Gambar 2.40. Andesin

Mineral Labradorit

- Rumus kimia: Ca(50-70%) Na(50-30%) (Al,Si)$AlSi_2O_8$ *Calcium sodium aluminum silicate*.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu hingga hitam berlapis, abu-abu hingga hitam jelaga.
  - Kilap: damar hingga kaca.
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: triklin.
  - Perawakan kristal: kristal membata, jarang dalam keadaan bebas pada batuan induk.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6 – 6,5.
  - Berat Jenis: rata-rata 2,70 – 2,74.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: biotit, piroksen, dan hornblende.



Gambar 2.41. Labradorit

Mineral *Bytownite*

- Rumus kimia: Ca(70-90%) Na(30-10%) (Al,Si)$AlSi_2O_8$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspars
- Sifat fisik
  - Warna: biasanya putih, abu-abu, atau tidak berwarna.
  - Kilap: kaca hingga damar jika lapuk.
  - Transparansi: translusen hingga opak, kadang-kadang transparan.
  - Sistem kristal: triklin.
  - Perawakan kristal: membata, jarang terlihat sebagai kristal bebas.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6 – 6,5.
  - Berat Jenis: rata-rata 2,74 – 2,76.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: biotit, hornblende, dan piroksen.



Gambar 2.42. Bytownite

Mineral Anortit

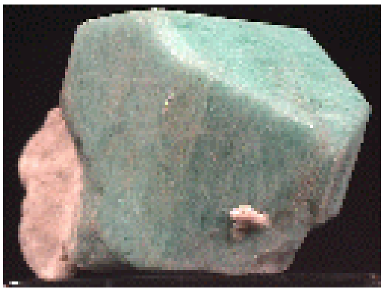
- Rumus kimia: $CaAl_2Si_2O_8$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
  - Warna: putih, abu-abu, dan tidak berwarna.
  - Kilap: kaca hingga damar jika lapuk.
  - Transparansi: translusen hingga opak, kadang-kadang transparan.
  - Sistem kristal: triklin.



Gambar 2.43. Anortit

- Perawakan kristal: membata atau memapan, jarang terlihat sebagai kristal bebas.
- Belahan: sempurna satu arah.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 6 – 6,5.
- Berat jenis: rata-rata 2,76
- Gores putih
- Mineral asosiasi: biotit, augit, hornblende, dan piroken.

Mineral Ortoklas



Gambar 2.44. Ortoklas

- Rumus kimia: $KAlSi_3O_8$ (*Potassium aluminum silicate*).
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
  - Warna: biasanya putih, kekuningan, merah muda, coklat, atau hijau.
  - Kilap: kaca, kadang mutiara atau damar jika lapuk.
  - Transparansi: translusen, tetapi biasanya translusen hingga opak.
  - Sistem kristal: triklin.
  - Perawakan kristal: membata atau memapan.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6 – 6,5.
  - Berat jenis: rata-rata 2,5.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, muskovit, dan plagioklas felspar.

Mineral Mikroklin

- Rumus kimia: $KAlSi_3O_8$ *Potasium aluminum silicate.*

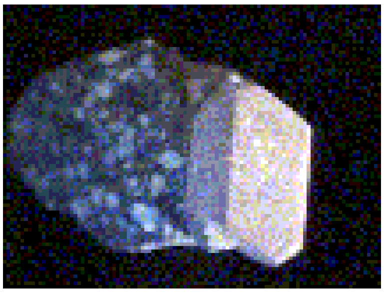
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
    - Warna: putih, kuning.
    - Kilap: kaca hingga damar jika lapuk.
    - Transparansi: kristal tranparan-translusen.
    - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
    - Perawakan kristal: memapan.
    - Belahan: baik 2 arah.
    - Pecahan: konkoidal atau tidak sempurna.
    - Kekerasan: 6
    - Berat Jenis: rata-rata 2,56 – 2,53
    - Gores: putih.
    - Mineral asosiasi: felspar plagioklas, mika, dan mineral lain yang dijumpai sebagai fenokris.



Gambar 10.45. Mikronlin

Mineral Sanidin

- Rumus kimia: $KAlSi_3O_8$
  Potasium aluminum silicate.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: Felspar
- Sifat fisik
    - Warna: putih, kuning, merah, *orange* hingga coklat
    - Kilap: kaca hingga damar jika lapuk.
    - Transparansi: biasanya opak, mungkin translusen, tetapi jarang transparan.
    - Sistem kristal: monoklin; 2/m
    - Perawakan kristal: membata atau memapan.
    - Belahan: baik 2 arah.
    - Pecahan: konkoidal atau tidak sempurna.



Gambar 10.46. Sanidin

- Kekerasan: 6
- Berat Jenis: rata-rata 2,53 – 2,56
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: kwarsa, *plagioclase feldspar*, mika, garnet, tourmalin, dan topas.

Mineral Muskovit

- Rumus kimia: $KAl_2(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$, *Potassium aluminum silicate hydroxide fluoride*.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Filosilikat
- Grup: Mika
- Sifat fisika
    - Warna: putih, perak, kuning, hijau, dan coklat.
    - Kilap: kaca hingga mutiara.
    - Transparansi: transparan – translusen.
    - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
    - Perawakan kristal: memapan.
    - Belahan: sempurna satu arah.
    - Pecahan: tidak sempurna.
    - Kekerasan: 2 – 2,5
    - Berat jenis: rata-rata 2,8
    - Gores: putih.
    - Mineral asosiasi: kwarsa, felspar, beril, dan tourmalin.



Gambar 2.47. Mika

Mineral Biotit

- Rumus kimia: $K(Fe,Mg)_3\ AlSi_3O_{10}(F,OH)_2$
  Potassium iron magnesium aluminum silicate hydroxide fluoride.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Filosilikat
- Grup: Mika
- Sifat fisik
    - Warna: hitam – coklat, kuning bila lapuk.

- Kilap: kaca hingga mutiara.
- Transparansi: tranparan – translusen.
- Sistem kristal: monoklin; 2/m.
- Perawakan kristal: memapan – prismatik.
- Belahan: sempurna satu arah.
- Pecahan: tidak sempurna.
- Kekerasan: 2,5
- Berat jenis: 2,9 – 3,4
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: kwarsa, felspar, apatit, kalsit, hornblende, garnet, dan *schorl*.



Gambar 2.48. Biotit

Mineral Lepidolit

- Rumus kimia: $KLi_2Al(Al,Si)_3O_{10}(F,OH)_2$, *Potassium lithium aluminum silicate hydroxide fluoride*.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Filosilikat
- Grup: Mika
- Sifat fisik
  - Warna: violet - merah muda, pucat atau putih, dan jarang abu-abu atau kuning.
  - Kilap: kaca hingga mutiara.
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: *tabular* hingga prismatik.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna
  - Kekerasan: 2,5.
  - Berat jenis: rata-rata 2,8.
  - Gores: putih
  - Mineral asosiasi: kwarsa, *feldspar*, *spodumene*, *ambygonite* dan *tourmaline* terutama albit.



Gambar 2.49. Lepidolit

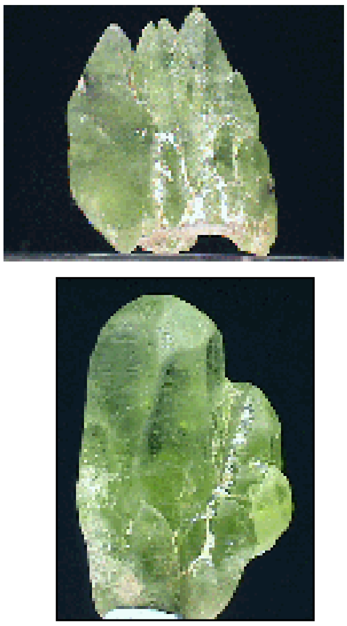
Mineral Flogopit (*Phlogopite*)



Gambar 2.50. Flogopit

- Rumus kimia: $KMg_3\ AlSi_3O_{10}(OH)_2$, *Potassium magnesium aluminum silicate hydroxide*.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Filosilikat
- Grup: Mika
- Sifat fisik
  - Warna: coklat pucat hingga coklat.
  - Kilap: kaca hingga mutiara.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: tabular hingga prismatik.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna.
  - Kekerasan: 2,5 - 3.
  - Berat jenis: 2,9.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: dolomit marmer, hornblende, garnet, dan *schorl.*

Mineral Olivin



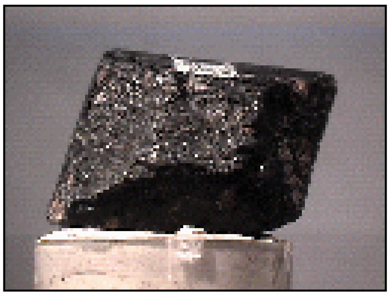
Gambar 2.51. Olivin

- Rumus kimia: $(Mg,Fe)_2SiO_4$
  Magnesium Iron Silicate.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Olivin
- Sifat fisik
  - Warna: hijau *emerald* terang, hijau pucat kekuningan, tidak berwarna, coklat kehijauan – hitam.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.

- Perawakan kristal: tabular - berbentuk kotak
- Belahan: buruk 2 arah
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 6,5 - 7.
- Berat jenis: 3,2 untuk *forsterite* – 4,3 untuk *fayalite*
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: diopsid, spinel, felspar plagioklas, chromit, hornblende, serpentin, *iron-nickel*, dan augit.

Mineral Augit

- Rumus kimia: $(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6$, *Calcium Sodium Magnesium Iron Aluminum Silicate*.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Inosilikat
- Grup: Piroken
- Sifat fisik
  - Warna: hijau gelap, coklat, dan hitam.
  - Kilap: kaca - submetalik dan bahkan tanah.
  - Transparansi: transparan - hampir translusen atau opak.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik pendek dan jarang *tabular granular*, *columnar*, l*amellar* dan *fibrous*.
  - Belahan: sempurna dua arah memanjang.
  - Pecahan: tidak sempurna .
  - Kekerasan: 5 - 6
  - Berat jenis: 3,2 – 3,6
  - Gores: putih kehijauan .
  - Mineral asosiasi: olivin, biotit, nefelin, albit, apatit, serpentin, leusit, dan hornblende.



Gambar 2.52. Augit

Mineral Hornblende

- Rumus kimia: $Ca_2(Mg,Fe,Al)_5$ $(Al,Si)_8O_{22}(OH)_2$
  Calcium Magnesium Iron Aluminum Silicate Hydroxide.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Inosilikat
- Grup: Amfibol
- Sifat fisik
  - Warna: hampir selalu hitam - hijau gelap.
  - Kilap: kaca – tanah (*dull*).
  - Transparansi: umumnya opak tetapi pipih.
  - Sistem kristal: Monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: primatik pendek.
  - Belahan: tidak sempurna dua arah pada sudut 56° dan 124° .
  - Pecahan: tidak sempurna.
  - Kekerasan: 5 - 6
  - Berat jenis: 2,9 – 3,4
  - Gores: coklat hingga abu-abu.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, felspar, augit, magnetit, dan mika.



Gambar 2.53. Hornblende

Mineral Halit

- Rumus kimia: NaCl, *Sodium Chloride*
- Klas: Halida
- Sifat fisik
  - Warna: tidak berwarna putih tetapi dapat pula biru, ungu, merah muda, dan abu-abu.
  - Kilap: kaca
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: isometri; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: kubus dan masif dalam lapisan sedimen tetapi juga granular, menyerat, dan kompak.

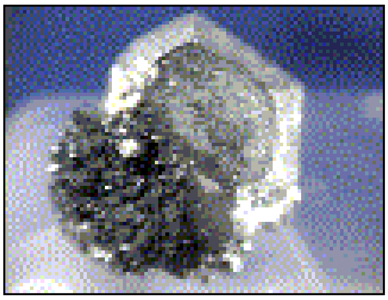


Gambar 2.54. Halit

- Belahan: sempurna dalam tiga arah membentuk kubus.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 2
- Berat jenis: 2,1
- Gores: putih
- Mineral asosiasi: mineral endapan evaporit seperti beberapa sulfat, halida, dan borak.

Mineral Hematit

- Rumus kimia: Fe_2O_3 (*Iron Oxide*)
- Klas: Okida dan Hidroksida
- Grup: Hematit
- Sifat fisik
  - Warna: metalik atau abu-abu perak, merah hingga coklat dalam bentuk tanah.
  - Kilap: metalik atau tanah dalam tanah dan bentuk oolitik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: trigonal; 3 2/m
  - Perawakan kristal: tabular, botroidal, dan masif.
  - Belahan: tidak ada
  - Pecahan: tidak sempurna
  - Kekerasan: 5 - 6
  - Berat jenis: 5,3
  - Gores: merah darah hingga merah kecoklatan.
  - Mineral asosiasi: jasper, rutil, dan pirit.

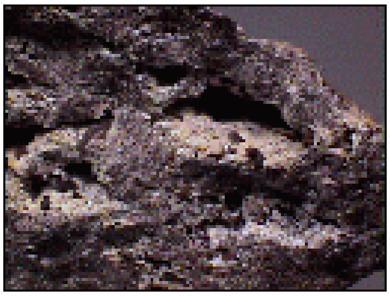


Gambar 2.55. Hematit

Magnesium Iron Silicate

- Rumus kimia: $(Mg, Fe)SiO_3$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Inosilikat
- Grup: Piroksen

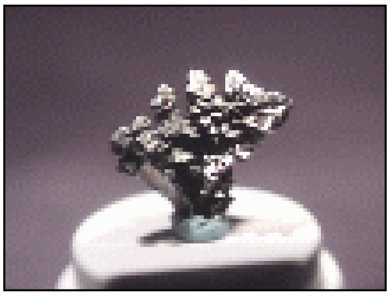
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu, coklat, atau hijau.
  - Kilap: kaca – mutiara, menjad sub metalik jika melapuk.
  - Transparansi: umumnya translusen dan jarang transparan.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m
  - Perawakan kristal: prismatik, masif, lamelar, atau fibrous.
  - Belahan: sempurna dua arah mendekati sudut 90°
  - Pecahan: tidak beraturan.
  - Kekerasan: 5 - 6.
  - Berat jenis: 3,4 – 3,9
  - Gores: putih
  - Mineral asosiasi: iron, olivin, biotit, kwarsa, felspar seperti labradorit, dan tipe tertentu dari garnet seperti almandin.

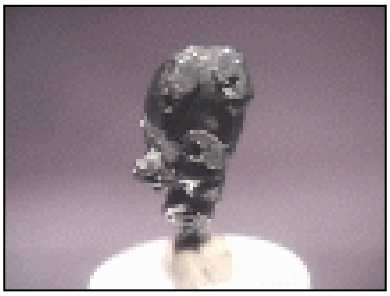


Gambar 2.56. Magnesium

Silver Sulfide

- Rumus kimia: Ag_2S
- Klas: Sulfida
- Sifat fisika
  - Warna: abu-abu timbal hingga hitam.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak
  - Sistem kristal: Monoklin; 2/m dan isometrik; 4/m , 3 2/m
  - Perawakan kristal: prismatik, lebih umum dijumpai masif dan *reticulated.*
  - Belahan: tidak ada
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 2,5 - 3
  - Berat jenis: 5,5 – 5,8





Gambar 2.57. Silver Sulfide

- Gores: hitam
- Mineral asosiasi perak, kwarsa, bornit, emas, galena, *proustite*, pirargirit, *stephanite*.

Calcium (Fluoro, Chloro, Hydroxyl) Phosphate



Gambar 2.58. Calcium Phosphate

- Rumus kimia: $Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$
- Klas: *Phosphate*
- Grup: Apatit
- Sifat fisik
  - Warna: hijau, kuning, coklat kemerahan, biru, dan ungu.
  - Kilap: kaca hingga lemak.
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: heksagonal; 6/m.
  - Perawakan kristal: menjarum, granular,dan masif.
  - Belahan: tidak jelas dalam satu arah.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 5.
  - Berat jenis: 3,1 – 3,2
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: hornblende, mika, nefelin, dan kalsit.

Elemental Arsenic

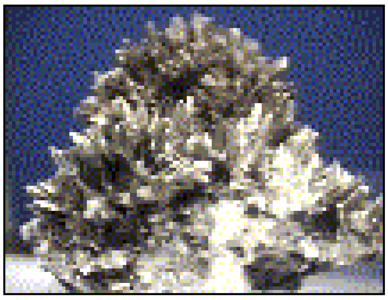


Gambar 2.59. Arsenic

- Rumus kimia: As
- Klas: Elemen
- Grup: Arsenik
- Sifat fisik
  - Warna: putih timah hingga abu-abu gelap atau hitam.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: trigonal; 3 2/m.

- Perawakan kristal: bergerombol memencar menjarum, umumnya dijumpai dalam massa butiran-butiran halus.
- Belahan: sempurna satu arah, tetapi jarang terlihat.
- Pecahan: tidak sempurna.
- Kekerasan: 3 - 4
- Berat jenis: 5,4 – 5,9
- Gores: hitam
- Mineral asosiasi: perak, *dyscrasite*, *barite*, *cinnabar*, dan *nickel*.

Iron Arsenide Sulfide



Gambar 2.60. Arsenide Sulfide

- Rumus kimia: FeAsS
- Klas: Sulfida dan garam sulfat
- Grup: *Arsenopyrite*
- Sifat fisik
  - Warna: hitam hingga abu-abu.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: kristals opak.
  - Sistem kristal: orthorombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik.
  - Belahan: jelas dua arah membentuk prisma.
  - Pecahan: tidak sempurna.
  - Kekerasan: 5,5 - 6.
  - Berat jenis: 6.
  - Gores: abu-abu hingga hitam.
  - Mineral asosiasi: emas, siderit, pirit, dan sulfida yang lain.

Mineral Talk

- Rumus Kimia: $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
  Magnesium Silicate Hydroxide.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Filosilikat
- Grup: lempung dan montmorillonit/smektit.

- Sifat fisik
  - Warna: hijau, abu-abu, dan putih - hampir perak
  - Kilap: tanah, mutiara, atau lemak
  - Transparansi: translusen - opak.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: tidak pernah dalam bentuk kristal tunggal, tetapi jika ditemukan berupa kristal mendatar tabular dengan penampang heksagonal.

    Biasanya talk dijumpai dalam kristal-kristal mineral yang besar. Bentuk pseudomorf seperti kwarsa, piroksen, olivin, dan amfibol.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna hingga lamelar.
  - Kekerasan: 1
  - Berat jenis: 2,7 – 2,8
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: serpentin, dolomit, magnesit, kwarsa, piroksen, olivin, biotit dan amfibol.



Gambar 2.61. Talk

Aluminum silicate fluoride hydroxide

- Rumus kimia: $Al_2SiO_4(F,OH)_3$
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Sifat fisik
  - Warna: tidak berwarna, kuning, *orange*,
  - merah, biru, dan hijau.
  - Kilap: intan hingga kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: orthorombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik.
  - Belahan: sempurna satu arah.



Gambar 2.62. Aluminium Silicate

- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 8
- Berat jenis: 3,4 – 3,5
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: kwarsa, *tourmaline*, mika, *brookite*, *cassiterite* dan *fluorite*.

Mineral Galena (*Lead Sulfide*)



Gambar 2.63. Galena

- Rumus kimia: PbS
- Klas: Sulfida
- Grup: Galena
- Sifat fisik
  - Warna: timbal hingga abu-abu perak, kadang timah kebiruan.
  - Kilap: metalik hingga tanah.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometri; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: masif dan granular.
  - Belahan: sempurna 4 arah membentuk kubus.
  - Pecahan: tidak sempurna, jarang terlihat karena belahan sempurna.
  - Kekerasan: 2,5
  - Berat jenis: 7,5
  - Gores: abu-abu timbal.
  - Mineral asosiasi: kalsit, dolomit, *sphalerite*, pirit, dan mineral oksida yang lain, juga mineral timbal teroksidasi seperti *cerussite* dan *anglesite*.

Mineral Glosularit



Gambar 2.64. Glosularit

- Rumus kimia: $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$
- *Calcium Aluminum Silicate*
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Garnet
- Sifat fisik

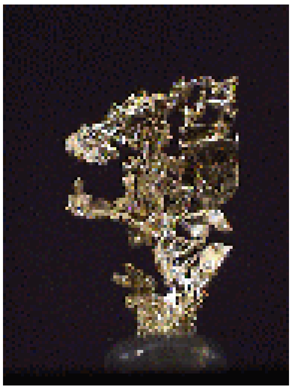
- Warna: tidak berwarna, kuning, *orange*, hijau, merah, abu-abu dan hitam.
- Kilap: kaca.
- Transparansi: transparan hingga translusen.
- Sistem kristal: isometri; 4/m, 3 2/m.
- Perawakan kristal: masif dan granular.
- Belahan: tidak ada .
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 6,5 - 7
- Berat jenis: 3,5
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: mika, *chlorite, diopside*, kalsit, *idocrase* dan serpentin.

Mineral Anhidrit


Gambar 2.65. Anhidrit

- Rumus kimia: $CaSO_4$-2(H_2O)
  Hydrated Calcium Sulfate
- Klas: Sulfat
- Sifat fisik
  - Warna: biasanya putih, tidak berwarna, atau abu-abu tetapi dapat juga merah, coklat dan kuning.
  - Kilap: kaca hingga mutiara terutama pada permukaan belahan.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: granular.
  - Belahan: baik satu arah.
  - Kekerasan: 2 dan dapat digores dengan jari.
  - Berat jenis: 2,3
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: halit, kalsit, sulfur, pirit, borak dan lain-lain.

Mineral *Native Gold*



Gambar 2.66. Emas

- Rumus kimia: Au, *Elemental gold*
- Klas: *Element*
- Grup: Emas
- Sifat fisik
  - Warna: kuning mentega emas.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometri; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: *massive nuggets* dan butiran tersebar juga seperti kabel (dendritik).
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: *jagged*.
  - Gores: kuning emas.
  - Kekerasan: 2,5 - 3
  - Berat jenis: 19,3
  - Mineral asosiasi: kwarsa, *nagyagite*, *calaverite*, *sylvanite*, *krennerite*, pirit, dan sulfida yang lain.

Mineral Fluorit



Gambar 2.67. Flourit

- Rumus kimia: CaF_2, *Calcium Fluoride*.
- Klas: Halida
- Sifat fisik
  - Warna: ungu, biru, hijau, kuning, tidak berwarna, *orange* kemerahan, merah muda, putih, coklat. Kristal individu berwarna banyak.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: Isometri; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: membata.
  - Belahan: sempurna 4 arah membentuk oktahedron.
  - Pecahan: tidak teratur dan *brittle*.

- Kekerasan: 4
- Berat jenis: 3,1
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: kalsit, kwarsa, *willemite*, barit, *witherite*, apatit, khalkopirit, galena, *sphalerite*, pirit dan sulfida yang lain.

Mineral Kalsit

- Rumus kimia: $CaCO_3$, *Calcium Carbonate*.
- Klas: Karbonat
- Grup: Kalsit
- Sifat fisik
  - Warna: bervariasi, biasanya putih, tidak ber-warna, kuning bercahaya, *orange*, biru, merah muda, merah, coklat, hijau, hitam, dan abu-abu.
  - Kilap: kaca hingga berminyak, tanah dalam bentuk masif.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: trigonal; 3 2/m.
  - Perawakan kristal: konkresi, stalaktit, nodul, oolitik, dendritik, granular, dll.
  - Belahan: sempurna 3 arah membentuk rhombohedron.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 3 dapat digores dengan jari.
  - Berat jenis: 2,7
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: *fluorite*, kwarsa, *barite, sphalerite*, galena, *celestite*, sulfur, emas, tembaga, *emerald*, apatit, biotit, zeolit, beberapa logam sulfida, karbonat yang lain dan borak.






Gambar 2.68. Kalsit

Mineral Spinel



Gambar 2.69. Spinel

- Rumus kimia: $FeCr_2O_4$, *Iron Chromium Oxide*.
- Klas: Oksida dan Hidroksida
- Grup: Spinel
- Sifat fisik
  - Warna: hitam kecoklatan - hitam kelam.
  - Kilap: metalik hingga berlemak.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m
  - Perawakan kristal: granular.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 5,5.
  - Berat jenis: 4,5 – 4,8
  - Gores: coklat.
  - Mineral asosiasi: olivin, talk, serpentin, uvarovit, proksen, biotit, magnetit dan anortit.

Mineral Air Raksa



Gambar 2.70. Air Raksa

- Rumus kimia: HgS, *Mercury Sulfide.*
- Klas: Sulfida dan Garam Sulfat
- Sifat fisik
  - Warna: merah bata.
  - Kilap: intan hingga sub metalik.
  - Transparansi: translusen - transparan.
  - Sistem kristal: trigonal; 32.
  - Perawakan kristal: prismatik.
  - Belahan: sempurna 3 arah membentuk prisma.
  - Pecahan: tidak sempurna hingga *splintery*.
  - Kekerasan: 2 – 2,5.
  - Berat jenis: 8,1
  - Gores: merah.

- Mineral asosiasi: realgar, pirit, dolomit, kwarsa, stibnit, dan merkuri.

Mineral Tembaga



Gambar 2.71. Tembaga

- Rumus kimia: Cu, *Elemental Copper*
- Klas: Elemen
- Grup: Emas
- Sifat fisik
  - Warna: tembaga dengan warna lapuk hijau.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: arboresen, masif, seperti kabel.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: *jagged*.
  - Gores: warna tembaga kemerahan .
  - Kekerasan: 2,5-3
  - Berat jenis: 8,9
  - Mineral asosiasi: perak, kalsit, *malachite*, dan mineral tembaga sekunder yang lain.

Mineral Beril

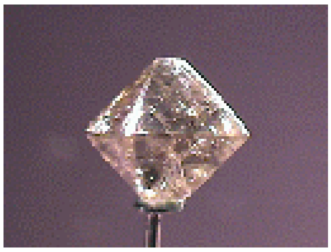


Gambar 2.72. Beril

- Rumus kimia: Al_2O_3, *Aluminum Oxide.*
- Klas: Oksida and Hidroksida
- Grup: Hematit
- Sifat fisik
  - Warna: bervariasi, putih atau tidak berwarna, biru, merah, kuning, hijau, coklat, ungu, dan merah.
  - Kilap: kaca hingga intan.
  - Transparansi: kristal transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: trigonal; 3 2/m.
  - Perawakan kristal: membilah, prismatik.

- Belahan: tidak ada.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 9
- Berat jenis: 4,0
- Gores: putih.
- Mineral asosiasi: kalsit, zoisit, felspar, mika, dan garnet.

Mineral Intan



Gambar 2.73. Intan

- Rumus kimia: C, *Elemental Carbon*
- Klas: *Native Element*
- Sub klas: Non-metalik
- Grup: Karbon
- Sifat fisik
  - Warna: berubah-ubah cenderung kuning pucat, coklat, abu-abu, putih, biru, hitam, kemerahan, kehijauan, dan tidak berwarna
  - Kilap: intan hingga *waxy*.
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: kubus dan oktahedron
  - Kekerasan: 10
  - Berat jenis: 3,5
  - Belahan: sempurna dalam 4 arah membentuk oktahedron.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: batuan ultramafik yang kaya akan mineral olivin.

Mineral Barit

- Rumus kimia: $BaSO_4$, *Barium Sulfate*.
- Klas: Sulfat
- Grup: Barit

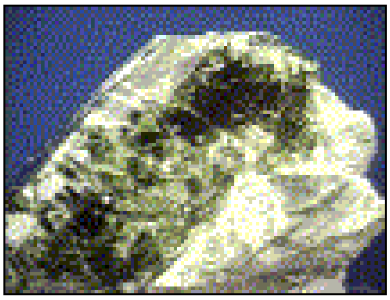
- Sifat fisik
  - Warna: berubah-ubah tetapi umumnya dijumpai tidak berwarna atau putih, juga biru, hijau, kuning, dan merah.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: membilah, lamelar, dan bahkan *fibrous*.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 3 – 3,5
  - Berat jenis: 4,5
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: kalkopirit, kalsit, aragonit, sulfur, pirit, kwarsa, *vanadinite*, *cerussite* dan *fluorite*.



Gambar 2.74. Barit

Calcium Aluminum Iron Silicate Hydroxide

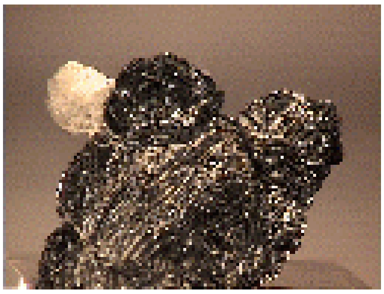
- Rumus kimia: $Ca_2(Al, Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Sorosilikat
- Grup: Epidot
- Sifat fisik
  - Warna: hijau kekuningan, hijau kecoklatan, dan coklat hingga hitam.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: menjarum, masif, menyerat, membutir.
  - Belahan: baik satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna hingga konkoidal.
  - Kekerasan: 6-7



Gambar 2.75. Hidroksida

- Berat jenis: 3,3-3,5
- Gores: putih hingga abu-abu
- Mineral asosiasi: kalsit, biotit, hornblende, *actinolite*, *andradite*, garnet, dan mineral batuan metamorf yang lain.

Mineral Ilmenit



Gambar 2.76. Ilmenit

- Rumus kimia: $FeTiO_3$, *Iron Titanium Oxide.*
- Klas: Oksida dan Hidroksida
- Grup: Hematit
- Sub grup: Ilmenit
- Sifat fisik
  - Warna: hitam.
  - Kilap: metalik, submetalik hingga tanah.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: Trigonal; 3.
  - Perawakan kristal: tabular, juga tabular, dan masif.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal atau tidak sempurna.
  - Kekerasan: 5 - 6
  - Berat jenis: 4,5 – 5,0.
  - Gores: hitam kecoklatan.
  - Mineral asosiasi: zirkon, hematit, magnetit, rutil, spinel, analcim, albit, apatit, monazit, kalsit, natrolit, *microcline*, olivin, pirhotit, biotit, *nepheline*, dan kwarsa.

Mineral Nikel



Gambar 2.77. Nikel

- Rumus kimia: Fe-Ni, *Elemental Iron-nickel*
- Klas: *Element*
- Grup: *Iron*
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu logam atau hitam.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.

- Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
- Perawakan kristal: bentuk kristal sangat jarang.
- Belahan: tidak ada.
- Pecahan: *hackly*.
- Gores: abu-abu metalik.
- Kekerasan: 4-5
- Berat jenis: 7,3-7,8
- Mineral asosiasi: olivin, piroksen,
  dan beberapa mineral yang hanya didapatkan dalam meteorit.

Aluminum Silicate



Gambar 2.78. Alumunium Silicate

- Rumus kimia: Al_2SiO_5
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Sifat fisik
  - Warna: biasanya biru tetapi dapat pula putih, abu-abu, atau hijau.
  - Kilap: kaca hingga hampir mutiara.
  - Transparansi: transparan - translusen.
  - Sistem kristal: Triklin; 1.
  - Perawakan kristal: flat, kristal prismatik.
  - Belahan: baik satu arah.
  - Pecahan: *splintery*.
  - Kekerasan: 4,5 jika digores sejajar sumbu panjangnya, 6,5 jika digores tegak lurus sumbu panjangnya.
  - Berat jenis: 3,58
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: biotit, staurolit, garnet, kwarsa, *andalusite* dan *sillimanite*.

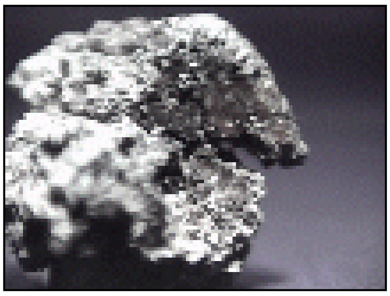
Mineral Leusit



Gambar 2.79. Leusit

- Rumus kimia: $KAlSi_2O_6$,
  Potassium Aluminum Silicate
- Klas: Silikat
- Sub klas: Tektosilikat
- Grup: *Feldspathoid*
- Sifat fisik
  - Warna: terang, putih atau abu-abu, dengan kekuningan dan mungkin kemerahan.
  - Kilap: kaca atau berlemak hingga tanah.
  - Transparansi: kristal transparan, translusen hingga umumnya opak.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m pada temperatur di atas 605°C, dan tetragonal; 4 2 2 atau 4/m di bawah 605°C.
  - Perawakan kristal: granular dan masif.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal
  - Kekerasan: 5,5 - 6.
  - Berat jenis 2,4 – 2,5
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: *olivine*, *labradorite*, *augite*, biotit, *nepheline*, dan *feldspathoid* yang lain.

Mineral Timbal (timah hitam)



Gambar 2.80. Timbal

- Rumus Kimia: Pb
- Klas: Elemen
- Grup: emas
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu keputihan.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m bar 3 2/m
  - Perawakan krsstal: butiran-butiran kecil.

- Belahan: tidak ada.
- Pecahan: runcing-runcing.
- Gores: abu-abu.
- Kekerasan: 1,5
- Berat jenis: 11,3+
- Mineral asosiasi: emas, kalsit dan hematit.

Mineral Hidrat besi oksida

- Rumus kimia: campuran hidrat besi oksida
- Klas: Oksida dan Hidroksida
- Sifat fisik
  - Warna: kuning, *orange*, coklat kemerah-an, hitam kecoklatan.
  - Kilap: tanah.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: tidak teridentifikasi.
  - Perawakan kristal: masif, berlapis, botroidal dan stalaktit.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: hancur seperti tanah atau *crumbly or earthy*.
  - Kekerasan: 4 – 5,5
  - Berat jenis: bervariasi 2,9 hingga 4,3
  - Gores: kuning kecoklatan hingga kuning.
  - Mineral asosiasi: sebagian besar berasosiasi dengan mineral endapan sekunder.

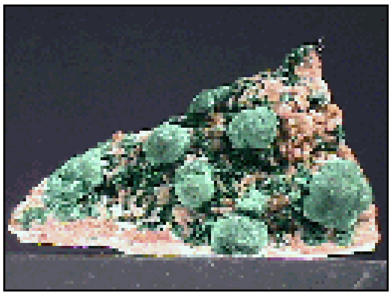


Gambar 2.81. Oksida Besi

Mineral *Malachite*

- Rumus kimia: $Cu_2(CO_3)(OH)_2$, *Copper Carbonate Hydroxide*.
- Klas: Karbonat
- Sifat fisik
  - Warna: berlapis terang dan hijau gelap (jika kristal).
  - Kilap: tanah dalam bentuk masif dan kristalnya mempunyai kilap sutera.

- Transparansi: dalam bentuk masif opak dan dalam bentuk kristal translusen.
- Sistem kristal: monoklin; 2/m.
- Perawakan kristal: botroidal dalam bentuk masif, stalaktit atau globular. Kristalnya menjarum atau berserabut.



Gambar 2.82. Malachite

- Belahan: baik dalam satu arah tetapi jarang terlihat
- Pecahan: konkoidal hingga *splintery*.
- Kekerasan: 3,5-4.
- Berat jenis: 3,9
- Gores: hijau.
- Mineral asosiasi: *limonite, chalcopyrite, bornite, native copper, calcite, cuprite, azurite, chrysocolla*.

Mineral Enargit

- Rumus kimia: Cu3AsS4, Copper Arsenic Sulfide.
- Klas: Sulfida
- Sub klas: Garam Sulfat
- Sifat fisik:
  - Warna: abu-abu hingga hitam.
  - Luster: metalik.



Gambar 2.83. Enargit

  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2 m m.
  - Perawakan kristal: pseudoheksagonal prismatik hingga *blocky* atau kristal tabular. Juga didapatkan masif, granular, dan sekumpulan yang memancar.
  - Belahan: sempurna dua arah.
  - Pecahan: tidak sempurna.
  - Kekerasan: 3 – 3,5
  - Berat jenis: 4,4
  - Gores: hitam.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, bornit, galena, *sphalerite, tennantite*, khalkosit, khalkopirit, kovelit, pirit dan sulfida yang lain.

Mineral Enstatit

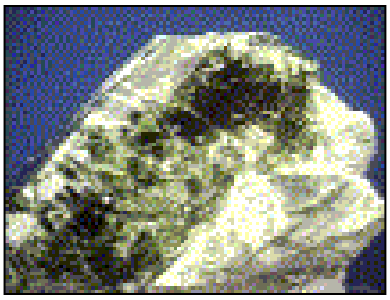
- Rumus kimia: $MgSiO3$, Magnesium Silicate.
- Klas: Silikat .
- Group: Piroksen
- Sifat fisik
  - Warna: putih, tidak berwana, abu-abu, coklat terang atau hijau pucat.
  - Kilap: kaca hingga mutiara.
  - Transparansi: umumnya translusen dan jarang transparan.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik, lebih bertipe masif, lamelar kasar atau *agregat fibrous*.
  - Belahan: sempurna dua arah hampir tegak lurus.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 5 - 6.
  - Berat jenis: 3,2
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: besi batu meteorit, augit, felspar dan jenis tertentu dari garnet.



Gambar 2.84. Enstatit

Mineral Epidot

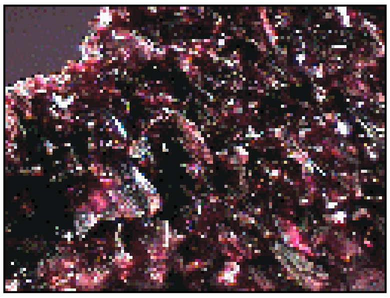
- Rumus kimia: $Ca_2(Al, Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$
  Calcium Aluminum Iron Silicate Hydroxide.
- Klas: SiliKat
- Sub klas: Sorosilikat
- Grup: Epidot
- Sifat fisik
  - Warna: hijau hingga kekuningan atau hijau kecoklatan, juga coklat hingga hitam.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.



Gambar 2.85. Epidot

- Sistem kristal: monoklin; 2/m.
- Perawakan kristal: prismatik atau tabular, masif, *fibrous* atau granular.
- Belahan: baik satu arah.
- Pecahan: tidak sempurna hingga konkoidal.
- Kekerasan: 6 - 7
- Berat jenis: 3,3 - 3,5
- Gores: putih hingga abu-abu.
- Mineral asosiasi: kalsit, biotit, hornblende, *actinolite*, *andradite,* garnet, dan mineral metamorfik yang lain.

Mineral Eritrit



Gambar 2.86. Eritrit

- Rumus kimia: Co3(AsO4)2-8(H2O)
- Hydrated Cobalt Arsenate
- Klas: *Phosphat*
- Grup: *Vivianite*
- Sifat fisik
  - Warna: merah gelap - ungu hingga merah muda paling terang.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: *monoclin*; 2/m.
  - Perawakan kristal: mendatar, membilah atau menjarum, memencar.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna.
  - Kekerasan: 1,5 – 2,5
  - Berat jenis: 3,1
  - Gores: merah pucat.
  - Mineral asosiasi: perak, kobaltit, *skutterudite*, dan mineral kobalt yang lain.

Mineral Euksinit

- Rumus kimia: (Y, Ca, Er, La, Ce, U, Th)(Nb, Ta, Ti)$_2$O$_6$, *Yttrium Calcium Erbium Lanthanum Cerium Uranium Thorium Niobium Tantalum Titanium Oxide*.
- Klas: Oksida dan Hidroksida
- Sifat fisik
  - Warna: hitam dengan semburat kuning, coklat, dan hijau.
  - Kilap: lemak hingga sub metalik.
  - Transparansi: *opaque*.
  - Sistem kristal: orthorhombic; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: tabular hingga prismatik.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 5,5 – 6,5
  - Berat jenis: 4,3 – 5,9
  - Gores: kuning, coklat, atau abu-abu.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, felspar, molibdenit, khalkopirit, fergusonit, monasit, kolumbit, tantalit, allanit, gadolinit, dan zirkon.



Gambar 2.87. Euksinit

Mineral Fayalit

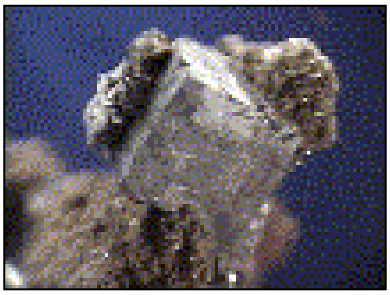
- Rumus kimia: (Fe, Mg)$_2$SiO$_4$
  Iron Magnesium Silicate.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Olivin
- Sifat fisik
  - Warna hijau kekuningan hingga coklat kehijauan, coklat hingga hitam.
  - Kilap kaca .
  - Transparansi kristals transparan hingga translusen.
  - Sistem Kristal orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.



Gambar 2.88.Fayalit

- Perawakan Kristal include flatten tabular mendatar hingga kristal kotak Belahan dua arah pada 90 derajat.
- Pecahan konkoidal.
- Kekerasan 6.5 - 7.
- Berat Jenis 4.3.
- Gores putih.
- Mineral Asosiasi are diopside, spinel, plagioklas feldspar, khromit, anorthit, biotit, kristobalit, hornblende, serpentin, obsidian, besi-nikkelmeteorite dan augit.

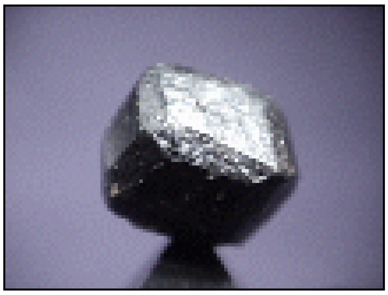
Mineral Galena



Gambar 2.89.Galena

- Rumus kimia: PbS, Lead Sulfide
- Klas: Sulfida
- Grup: Galena
- Sifat fisik
    - Warna: abu-abu timbal hingga perak kadang-kadang timah kebiruan.
    - Kilap: metalik - tanah pada permukaan yang lapuk.
    - Transparansi: opak.
    - Sistem kristal: isometrik; 4/m 3 2/m.
    - Perawakan kristal: masif dan granular.
    - Belahan: sempurna 4 arah membentuk kubus.
    - Pecahan: tidak sempurna dan jarang terlihat karena belahan sempurna.
    - Kekerasan: 2,5+
    - Berat jenis: 7,5
    - Gores: abu-abu timbal
    - Mineral asosiasi: kalsit, dolomit, *sphalerite*, pirit dan mineral sulfida yang lain, juga mineral-mineral oksidasi timbal seperti serusit dan anglesit.

Mineral Almandin



Gambar 2.90. Almandin

- Rumus kimia: $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$

  Iron Aluminum Silicate
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Garnet
- Sifat fisik :
  - Warna: merah - coklat, merah gelap-muncul hitam.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: masif.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6,5 – 7,5
  - Berat jenis: 4,3
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: mika, staurolit, kwarsa, dan felspar.

Mineral Andradit



Gambar 2.91.Andradit

- Rumus kimia: $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

  Calcium iron silicate
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Garnet
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu kehijauan - hijau tetapi juga hitam, kuning dan jarang tidak berwarna .
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.

- Perawakan kristal: masif.
- Belahan: tidak ada.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 6,5 – 7,5
- Berat jenis: 3,8.
- Gores: putih .
- Mineral asosiasi: mika, *chlorite*, diopsid dan serpentin.

Mineral Spesartin

- Rumus kimia: $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$
  Manganese Aluminum Silicate.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Nesosilikat
- Grup: Garnet
- Sifat fisik
  - Warna: orange, coklat kemerahan, coklat,merah muda, dan kuningi.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Sistem kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: masif dan granular.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 7
  - Berat jenis: 4,19.
  - Gores: putih.
  - Mineral asosiasi: felspar, kwarsa, *tourmaline*, topas, beril, rhodonit dan mineral *manganese* yang lain.



Gambar 2.92. Spesartin

Mineral Uvarovit

- Rumus kimia: $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, *Calcium Chromium Silicate*
- Klas: Silikat

- Subclass: Nesosilikat
- Grup: Garnet
- Sifat fisik
  - Warna: hijau terang.
  - Kilap: kaca.
  - Transparansi: transparan hingga translusen.
  - Kristal: isometrik; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: masif dan granular.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 6,5 - 7
  - Berat jenis: 3,8.
  - Gores: putih .
  - Mineral asosiasi: khromit dan serpentin.

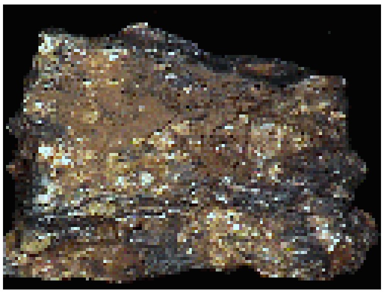


Gambar 2.93. Uvarovit

Mineral Glaukofan

- Rumus kimia: $Na_2 (Mg, Fe)_3Al_2Si_8O_{22}(OH)_2$

  Sodium Magnesium Iron Aluminum Silicate Hydroxide.
- Klas: Silikat
- Sub klas: Inosilikat
- Grup: *Amphibole*
- Sifat fisik
  - Warna: biru hingga abu-abu tanah.
  - Kilap: kaca hingga mutiara.
  - Transparansi: kristal umumnya translusen.
  - Sistem kristal: Monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik hingga menjarum biasanya *fibrous*, granular atau masif.
  - Belahan: tidak sempurna dua arah pada 56° dan 124°.
  - Pecahan: konkoidal hingga *splintery*.
  - Kekerasan: 5 - 6.



Gambar 2.94. Glaukofan

- Berat jenis: 3 - 3,2.
- Gores: abu-abu pucat hingga biru.
- Mineral asosiasi: *chlorite, epidote, lawsonite, omphacite, garnet*, albit, *barroisite*, kummingtonit, aragonit, *sphene*, rutil, kwarsa, jadeit, *actinolite* dan *pumpellyite*.

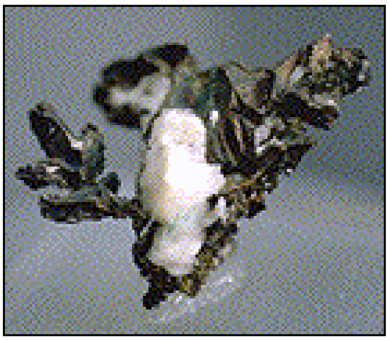
Mineral *Goethite*



Gambar 2.95. Goethite

- Rumus kimia: FeO(OH), *Hydrated Iron Oxide.*
- Klas: Oksida dan Hidroksida
- Grup: *Goethite*
- Sifat fisik
  - Warna: kuning, coklat, merah kecoklatan hingga hitam.
  - Kilap: tanah untuk masif dan metalik untuk bentuk kristal.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik dan kristal mendatar, masif, botroidal dan stalaktit.
  - Belahan: sempurna satu arah.
  - Pecahan: tidak sempurna hingga *splintery*.
  - Kekerasan: 5-5,5
  - Berat jenis: 3,3 – 4,3
  - Gores: coklat, kuning kecoklatan hingga kuning *orange*.
  - Mineral asosiasi: terutama mineral deposit sekunder.

Perak Natif (*Elemental silver*)

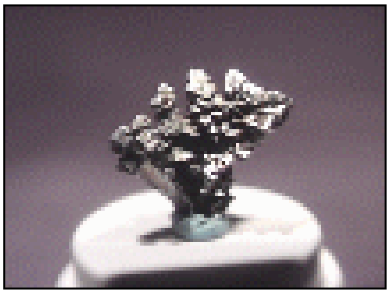


Gambar 2.96. Perak

- Rumus kimia: Ag
- Klas: Elemen
- Grup:Emas
- Sifat fisik
  - Warna: putih perak.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.

- Sistem kristal: isometrik; 4/m bar 3 2/m.
- Perawakan kristal: masif dan butiran tersebar, seperti kabel dan lempengan, kristal individu jarang ditemukan.
- Belahan: tidak ada.
- Pecahan: *jagged*.
- Gores: putih perak.
- Kekerasan: 2,5-3.
- Berat jenis: 10-12
- Mineral asosiasi: Mineral perak seperti *acanthite* dan *prousite*, kobaltit, tembaga, *zeolite* dan kwarsa.

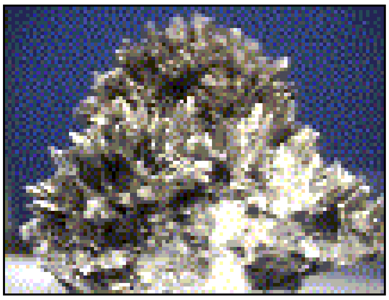
Mineral *Acanthite / Argentite*



Gambar 2.97. Argentite

- Rumus kimia: Ag_2S, *Silver Sulfide*.
- Klas: Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu timbal hingga hitam.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: Monoklin; 2/m.
  - Perawakan kristal: Prismatik, bercabang, masif.
  - Belahan: tidak ada.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 2,5 - 3
  - Berat jenis 5,5 – 5,8.
  - Gores: hitam.
  - Mineral asosiasi: perak, kwarsa, bornit, emas, galena, *proustite*, *pirargirite*, *stephanite* dan mineral perak sulfida yang lain.

Mineral Arsenopirit



Gambar 2.98. Arsenopirit

- Rumus kimia: FeAsS, *Iron Arsenide Sulfide*
- Klas: Sulfida dan garam sulfat
- Grup: Arsenopirite
- Sifat fisik
  - Warna: putih hingga abu-abu.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: prismatik.
  - Belahan: jelas dua arah.
  - Pecahan: tidak sempurna .
  - Kekerasan: 5,5 - 6.
  - Berat jenis: 6,1
  - Gores: abu-abu gelap hingga hitam.
  - Mineral asosiasi: emas, siderite, pirit dan oksida yang lain.

Mineral bismuth

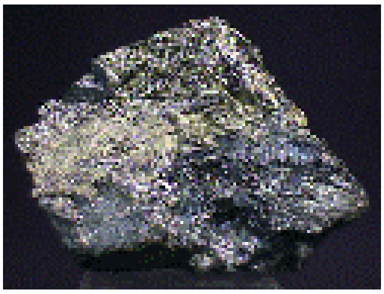


Gambar 2.99. Bismuth

- Rumus kimia: Bi_2S_3, *Bismuth Sulfide*
- Klas: Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu logam hingga putih kotor.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m.
  - Perawakan kristal: menjarum menyebar hingga prismatik memanjang, granular, dan masif.
  - Belahan: Sempurna satu arah memanjang.
  - Pecahan: tidak sempurna .
  - Kekerasan: 2
  - Berat jenis: 6,8 – 7,2
  - Gores: abu-abu.

- Mineral asosiasi: emas, bismuth, *bismutite, kwarsa, andradit, chrisoberil, almandine, barite, scheelite, pirophillite, kettnerite, wulfenite, gadolinite, wolframite, beryl, epidote*, mikroklin, pirit, khalkopirit, arsenopirit, *covellite*, dan beberapa sulfida yang lain.

Mineral Bornit



Gambar 2.100. Bornit

- Rumus kimia: Cu_5FeS_4, *Copper Iron Sulfide*.
- klas: Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: coklat hingga hitam dengan tipe keunguan–kebiruan–perunggu kemerahan.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: opak.
  - Sistem kristal: isometri; 4/m, 3 2/m.
  - Perawakan kristal: masif atau butiran setempat-setempat.
  - Belahan: sangat jelek.
  - Pecahan: konkoidal.
  - Kekerasan: 3
  - Berat jenis: 4,9 – 5,3
  - Gores: abu-abu hitam.
  - Mineral asosiasi: magnetit, khalkosit, khalkopirit, *covellite, pirrhotite*, pirit dan sulfida yang lain.

Mineral khalkosit



Gambar 2.101. Khalkosit

- Rumus kimia: Cu_2S, *Copper Sulfide*.
- Klas:Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu gelap hingga hitam.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: kristal opak.
  - Sistem kristal: orthorhombik; 2/m 2/m 2/m

- Perawakan kristal: tabular hingga prismatik. Juga masif dan kompak.
- Belahan: tidak sempurna dua arah.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 2,5 - 3
- Berat jenis: 5,5 – 5,8
- Gores: hitam terang hingga abu-abu timbal.
- Mineral asosiasi: kwarsa, *enargite, malachite, azurite, copper, cuprite, tetrahedrite, bornite, tennantite, chalcopyrite, covellite, pyrite* dan sulfida yang lain.

Mineral khalkopirit



Gambar 2.102. Khalkopirit

- Rumus kimia: $CuFeS_2$, *Copper Iron Sulfide*
- Klas:Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: kuning, hijau, dan ungu.
  - Kilap: metalik.
  - Transparansi: kristal opak.
  - Sistem kristal: tetragonal; 4 2m.
  - Perawakan kristal: umumnya masif kadang – kadang botroidal.
  - Belahan: agak jelek satu arah.
  - Pecahan: konkoidal hingga *brittle*.
  - Kekerasan: 3,5 - 4
  - Berat jenis: 4,2
  - Gores: hijau gelap.
  - Mineral asosiasi: kwarsa, *fluorite*, *barite, dolomite*, kalsit, *pentlandit*, pirit, dan sulfida yang lain.

Mineral Cinabar

- Rumus Kimia : HgS, *Mercury Sulfide*
- Klas: Sulfida dan garam sulfat
- Sifat fisik

- Warna: merah hati hingga merah bata.
- Kilap: intan hingga sub metalik.
- Transparansi:l translusen hingga transparan.
- Sistem kristal: trigonal; 32.
- Perawakan kristal: prismatik
- Belahan: sempurna tiga arah membentuk prisma.
- Pecahan: tidak sempurna hingga *splintery*.
- Kekerasan: 2 – 2,5.
- Berat jenis: 8,1
- Gores: merah
- Mineral asosiasi: *realgar*, pirit, dolomit, kwarsa, stibnit, dan merkuri.



Gambar 2.103. Cinabar

Mineral Cobaltite

- Rumus kimia: (Co, Fe)AsS
  Cobalt Iron Arsenic Sulfide.
- Class: *Sulfides* dan *Sulfosalts*
- Group: *Cobaltite*
- Kegunaan: Bijih *cobalt* yang penting
- Sifat fisik
  - Warna : putih hingga abu-abu perak.
  - Kilap: metalik
  - Transparansi: *opaque*.
  - Sistem kristal: isometrik; 2/m -3, orthorhombic; m m 2 (jarang)
  - Perawakan kristal: kubik, octahedrons, pyritohedrons dan kombinasi bentuk isometrik. Cobaltite juga umum ditemukan masif dan granular.
  - Belahan: tiga arah membentuk kubik.
  - Pecahan: tidak beraturan – sub konkoidal.
  - Kekerasan: 5,5
  - Berat jenis: 6,0 – 6,4+ (lebih berat dibanding berat jenis mineral logam lainnya)
  - Gores: abu-abu gelap.



Gambar 2.104. Cobaltite

- Mineral asosiasi: *silver, chalcopyrite, pyrite, erythrite, skutterudite*, dan mineral cobalt lainnya.

Mineral Covellite



Gambar 2.105. Covellite

- Rumus kimia: CuS, *Copper Sulfide*
- Class: *Sulfides and Sulfosalts*
- Sifat fisik
  - Warna: biru nila (bercak ungu atau hitam) dengan pendar warna kuning dan merah.
  - Kilap: logam.
  - Transparansi: *opaque* hingga *translucent* pada lembaran belahan yang sangat tipis.
  - Sistem kristal: *hexagonal*; 6/m2/m2/m.
  - Perawakan mineral: kristal heksagonal pipih yang didominasi oleh permukaan pinacoidal, biasanya di bagian tepi, masif dan dalam butiran-butiran kecil dalam tubuh bijih sulfida.
  - Belahan: sempurna dalam satu arah membentuk lembaran tipis.
  - Pecahan: berlapis (*flaky*).
  - Kekerasan: 1,5 - 2.
  - Berat jenis: 4,6 – 4,8
  - Gores: abu-abu hingga hitam.
  - Mineral asosiasi: *pyrite, chalcocite, chalcopyrite, cuprite, bornite* dan beberapa sulfida tembaga.

Mineral Cubanite

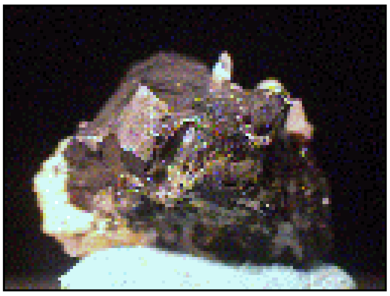


Gambar 2.106. Cubanite

- Rumus kimia: $CuFe_2S_3$, *Copper Iron Sulfide*.
- Class: Sulfida
- Sifat fisik
  - Warna: kuning keemasan.
  - Kilap: logam.
  - Transparansi: *opaque*.

- Sistem kristal: *orthorhombic*; 2/m 2/m 2/m.
- Perawakan kristal: prismatik memanjang hingga tabular, jarang yang masif.
- Belahan: agak miskin dalam satu arah.
- Pecahan: konkoidal.
- Kekerasan: 3,5 - 4
- Berat jenis: 4,1 (rata-rata untuk mineral-mineral logam)
- Gores: hitam.
- Mineral asosiasi: *chalcopyrite, quartz, gold, siderite, calcite, pyrite, pyrrhotite* dan beberapa sulfida tembaga.

Mineral Digenite



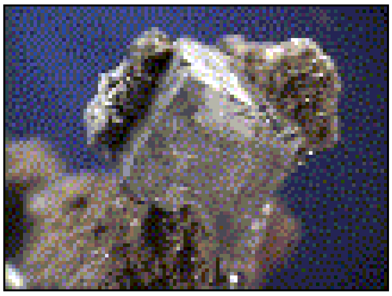
Gambar 2.107. Digenite

- Rumus kimia: Cu_9S_5, *Copper Sulfide*.
- Klas: Sulfida
- Kegunaan: Sebagai bijih tembaga dan contoh mineral yang penting.
- Sifat fisik
  - Warna: biru atau hitam.
  - Kilap: sub metalik.
  - Transparansi: opaque.
  - Sistem kristal: isometrik.
  - Perawakan kristal: sebagian besar sebagai komponen masif dan granular dari batuan sulfida masif, tetapi hanya sedikit lokasi yang menghasilkan kristal yang baik.
  - Kekerasan: 2,5 - 3
  - Berat jenis: 5,6
  - Mineral asosiasi: *pyrite, chalcocite, bornite* dan *chalcopyrite*.

Mineral Galena

- Rumus kimia: PbS, *Lead Sulfide*.
- Klas: Sulfida

- Group: Galena
- Kegunaan: bijih timbal yang utama
- Sifat fisik
  - Warna: abu-abu timbal – perak, kadang-kadang kebiruan.
  - Kilap: logam – tanah dalam kondisi lapuk.
  - Transparansi: *opaque*.
  - Sistem kristal: isometric; 4/m - 3 2/m.
  - Perawakan kristal: cube, octahedron dan kombinasi keduanya. Kembar spinel memungkinkan membentuk kristal yang pipih, masif, dan granular.



Gambar 2.108. Galena

  - Belahan: sempurna dapa 4 arah membentuk kubik.
  - Pecahan: tidak beraturan dan jarang terjadi karena memiliki belahan yang sempurna.
  - Kekerasan: 2,5+
  - Berat jenis: 7,5+
  - Gores: abu-abu kehitaman.
  - Mineral asosiasi: *calcite, dolomite, sphalerite, pyrite* dan mineral sulfida lainnya, serta mineral-mineral oksidasi timbal sebagai *cerussite* dan *anglesite*.

RANGKUMAN

1. Group Mineral
   a. Meineral Silikat

      Golongan silikat merupakan golongan yang terpenting pe-ranannya dalam kerak bumi. Lebih dari 50%, mineral silikat sebagai pembentuk kerak bumi. Tabel 4.4 menggambarkan golongan dari mineral silikat.

   b. Meineral Non Silikat

      Non Silikat mineral kebera-daannya pada pembentukan kerak bumi hanya sekitar 5 %. Tabel 4.5 berikut ini menampilkan nama mineral-mineral non silikat beserta formulanya.

2. Sifat Fisik Mineral

   Macam-macam sifat fisik mi-neral yang terpenting dalam penga-matan mineral secara megaskopik adalah:

   8. Warna (*Colour*)
   9. Kilap (*Luster*)
   10. Cerat (*Streak*)
   11. Belahan (*Cleavage*)
   12. Pecahan (*Fracture*)
   13. Kekerasan mineral (*Hardness*)
   14. Sifat dalam (*Tenacity*)
   15. Berat Jenis (*Specific gravity*)
   16. Kemagnitan (*Magnetism*)
   17. Kelistrikan (*Electricity*)

SOAL-SOAL

1. Apa yang dimaksud dengan mineral?
2. Beri contoh masing-masing 3 contoh mineral silikat dan non silikat!
3. Jelaskan sifat-sifat mineral!
4. Sebutkan urut-urutan skala mosh!
5. Ada berapa golongan mineral di alam ini?
6. Bagaimana Anda mengenal mineral: Kwarsa, Salsit, Muskovit, Biotit, Ortaklas, Limonit, Pirits, Hornblende dan Gips.

GLOSARIUM

1. Cleavage : belahan yang terjadi bila mineral dipukul tidak hancur tetapi terbelah-belah mengikuti bidang belah yang licin.
2. Colour : warna yang bisa ditangkap oleh mata bilamana mineral tersebut terkena sinar.
3. Hardness : skala kekerasan mineral yang lazim digunakan : skala kekerasan Mosh. Skala kekerasan ini terdiri atas 10 tingkatan, berturut-turut dari yang terlunak sampai yang terkeras.
4. Luster : sifat optik dari mineral yang berhubungan dengan refleksi dan refraksi.
5. specific gravity : berat relatif dari suatu mineral yang diukur terhadap berat dari air disebut sebagai berat jenis.
6. Streak : gores atau cerat lebih dapat dipercaya daripada warna yang ditampilkan oleh mineral karena warna cerat lebih stabil
7. Tenacity : sifat mineral yang berhubungan dengan daya tahan mineral apabila patah, hancur, bengkok, dan irisannya.

BAB 3

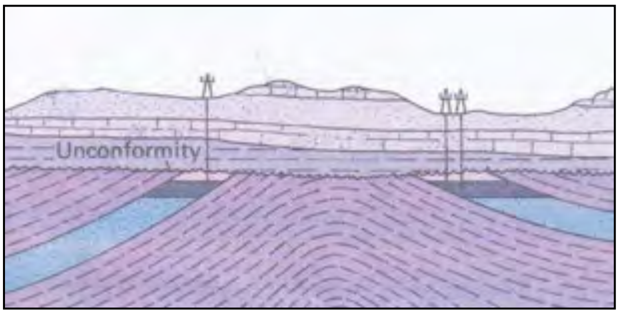
BATUAN

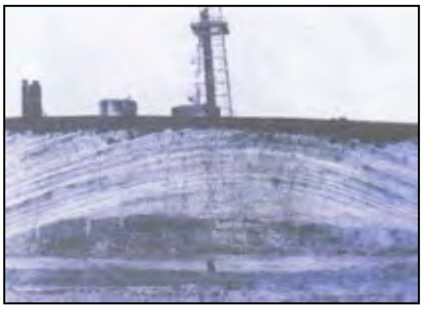
A. Pengenalan Geologi

Sungguh kita bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang telah menciptakan bumi ini untuk kita sebagai lingkungan tempat tinggal dan untuk kesenangan dalam waktu yang telah ditentukan.

Kita mempelajari geologi berarti menjalankan missi dari zat Pencipta untuk lebih peduli terhadap lingkungan, bumi dalam rangka kesejahteraan dalam kehidupan. Hidup yang sejahtera dimuka bumi ini telah ditentukan lamanya, ini berarti kita harus disiplin, memanfaatkan waktu sebaik-baiknya.

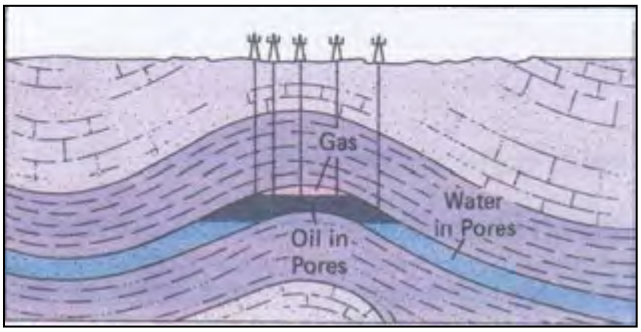
Apakah kita telah memanfaatkan waktu untuk peduli kepada kejadian-kejadian alam di sekitar kita? Erupsi gunungapi, terror karena gempa, magma pemandangan, lembah-lembah pegunungan, dan bukit yang indah sumber dari mineral dan energi dan kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh tanah longsor, eksplorasi energi, bahan galian dan sebagainya merupakan bidang bahasa bagi para ahli geologi (Geologists). Perhatikan gambar!





Studi tentang geologi terkait dengan pertanyaan-pertanyaan :

1. Tenaga-tenaga apa pembentuk pegunungan ?
2. Apakah akan terjadi gempa pada suatu wilayah ?
3. Berapa umur pegunungan es ?
4. Proses-proses geologi apa yang membentuk suatu gua ?
5. Apakah di daerah ini orang bisa mencari sumber air bersih ?

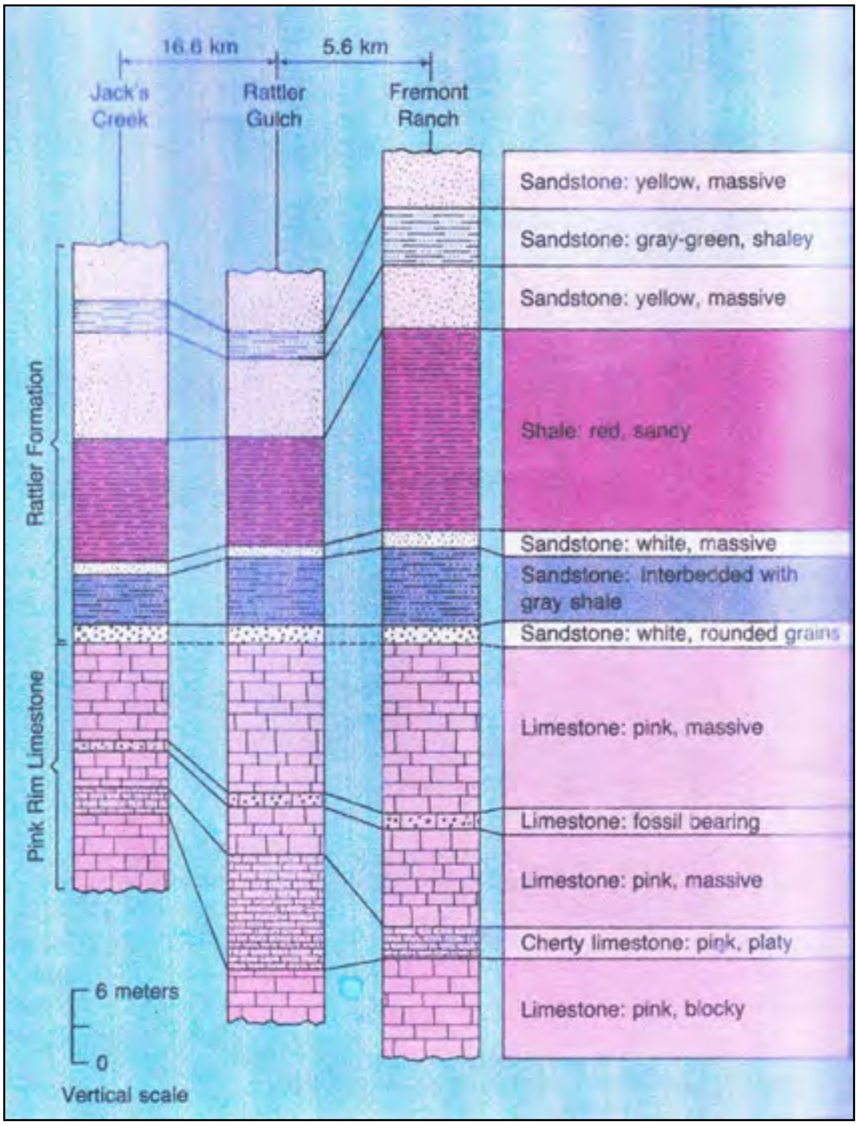




6. Apa metode penambangan bahan-bahan tambang yang cocok di suatu lokasi ?
7. Bagaimana melakukan reklamasi daerah bekas tambang ?
8. Bagaimana cara menentukan titik pemboran untuk eksplorasi minyak Bumi?
9. Bagaimana cara membuat peta geologi untuk kebutuhna teknik sipil ?

Jadi obyek bahasan geologi adalah bumi yang telah diciptakanNya untuk makhluknya. Bumi tidaklah statis tetapi dinamis dengan sejarahnya yang kompleks dan dalam kurun waktu yang panjang.

Secara tradisional ilmu geologi dibagi menjadi dua bahasan, yaitu : **Geologi Fisik** yang focus utamanya adalah membahas tentang komposisi bumi dan mencari tahun tentang proses-proses yang terjadi di dalam bumi atau di permukaan bumi, sedangkan geologi sejarah bertujuan untuk memahami asal kejadian bumi ini melalui hokum alam Sunnatullah dan perkembangan bumi dalam suatu kuru n waktu tertentu, karena waktu memang sudah dibatasi oleh Sang PenciptaNya. Jadi adanya bahasan tentang geologi-fisik dan geologi sejarah maka dapat diketahui adanya perubahan bilogis dan fisik pada waktu yang lampau pada suatu daerah dan korelasi-korelasi fisik (batuan) dan umur dapat dilakukan, lihat gambar.



Gambar 3.1 Korelasi

B. Sekilas Sejarah Geologi

Selama berabad-abad banyak ahli telah membahas tentang Bumi yang berfokus pada material-material penyusun Bumi dan proses-proses geologi yang terjadi padanya. Mereka menulis tentang fosil, batu permata, gempa bumi dan gunungapi sekitar 2300 tahun yang lalu. Termasuk fiosof terkemuka Aristoteles membahas tentang geologi melalui pemikiran dan keyakinannya. Menurut beliau batuan terjadi karena "pengaruh" bintang-bintang dan gempa bumi terjadi karena udara yang kacau di dalam bumi yang terpanasi oleh api yang berada dalam pusat

bumi lalu keluar dengan ledakan, tapi saying bahasannya tentang geologi tidak didasarkan pada observasi dan pengukuran-pengukuran di lapangan.

C. Katatrofisme

Selama abad ke-17 dan 18 doktrin tentang katatofisme sempat mempengaruhi penjelasan tentang dinamika bumi. Umumnya para pakar katatrofisme (catatrophists) percaya bahwa morfologi bumi telah dibentuk terutama oleh peristiwa katatrofis yang besar. Kenampakah seperti gunung-gunung, canyons, yang kita kenal sejak lama menurut mereka terbentuk secara tiba-tiba dan seringkali disebabkan oleh bencana-bencara di seluruh dunia yang tidak dapat diketahui sebab-sebabnya dan kejadiannya tidak berlangsung lama.

D. Lahirnya Geologi Modern

Akhir abad ke 18 umumnya dianggap sebagai awal dari lahirnya Geologi modern. Pada saat itu James Hutton (Gambar 2)

Beliau seorang ahli Fisika Skotlandia dan seorang petani menerbitkan buku yang berjudul "*Theory of the Earth*" yang di dalamnya berisi suatu *Doctrine of uniformitarianism*'.



Gambar 3.2 Karikatur James Hutton

Uninformitarianism merupakan dasar dari Geologi modern. Secara sederhana dia menyampaikan bahwa hukum BIologi, Kimia dan Fisika yang bekerja senarang juga telah berlaku pada masa lampau. Itu berarti bahwa tenaga-tenaga dan proses yang kita amait sekarang dan membentuk planet kita, bumi ini telah bekerja dalam waktu yang lama. Jadi untuk mengerti batuan-batuan di masa lalu, kita harus mengerti proses-proses geologi seharang dan hasil-hasilnya, ini tersebut secara umum dikatakan "the present is the key to the past".

Sebelum the theory of earth dari Hutton tidak ada satu ahlipun secara efektif mendemonstrasikan bahwa proses-proses geologi terjadi selama periode-periode waktu yang sangat panjang. Hutton secara hati-hati melakukan observasi dan pengukuran untuk membuktikan idea-ideanya. Misal ketika dia menemukan bahwa daerah pegunungan yang telah terangkat dan terlipat yang akhirnya terhancurkan oleh udara dan air yang mengalir yang akhirnya rombakan-rombakannya terangkat ke laut yang prosesnya dapat diamati olehnya.

E. Metode Penelitian Ilmiah

Sebagai anggota masyarakat modern kita selalu diingatkan tentang hasil-hasil yang signifikan yang didapat dari penelitian ilmiah semua ilmu pengetahuan termasuk geologi di dasarkan pada asumsi bahwa alam bertindak konsisten dan dapat diprediksi. Perkembangan ilmu pengetahuan yang baru melibatkan beberapa proses dasar dan logika dasar secara universal dapat diterima untuk menentukan apa yang terjadi di dunia nyata, para ilmuwan mengumpulkan bukti-bukti ilmiah melalui observasi dan pengukuran di lapangan dan di laboratorium. Lihat gambar berikut.

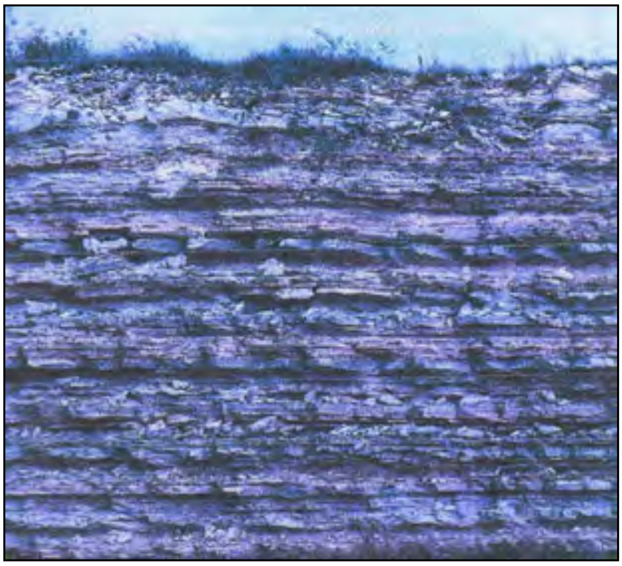


Gambar 2.3. Analisa sea floor samples

F. Waktu Geologi dan Tabel Waktu Geologi

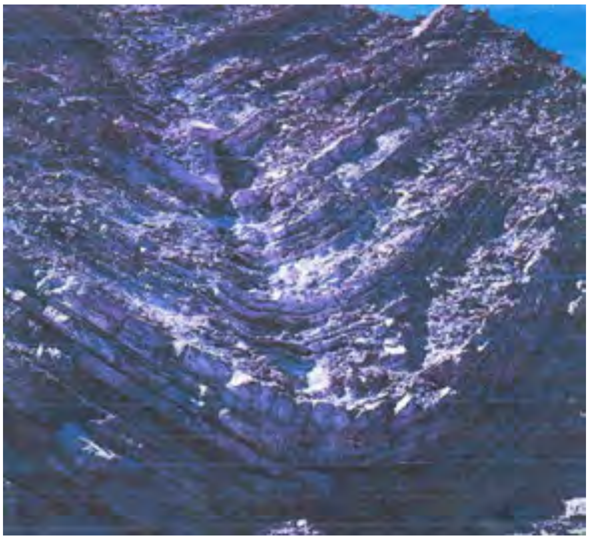
Walaupun para ahli seperti Hutton, Playfair, Lyell dan yang lain memandang bahwa waktu geologi sangat panjang dan mereka tidak memiliki metode untuk secara teliti menentukan umur bumi, tetapi adanya penemuan menentukan umur dengan mineral Radioaktif di sekitar abad ke-18 dan disusul dengan terus dilakukan penyempurnaan metode penentuan umur secara Radiometric dating yang pertama dilakukan pada tahun 1905. Sekarang para ahli geologi dapat menentukan umur geologi secara akurat. Dugaan sekarang umur bumi sekitar 4,6 miliar tahun.

Selama abad ke-19 sebelum penerapan penentuan umur dengan Radiometrik dating table waktu geologi menggunakan prinsip relative dating yaitu bahwa peristiwa-peristiwa geologi disusun berdasarkan urutan yang tepat atau susunan tanpa mengetahui umur absolutnya dalam berapa tahun. Cara ini dilakukan dengan dasar hukum superposisi yaitu susunan lapisan batuan sedimen atau aliran lava belum terganggu, maka batuan yang berada di bawah berumur lebih tua daripada batuan yang berada di atasnya.



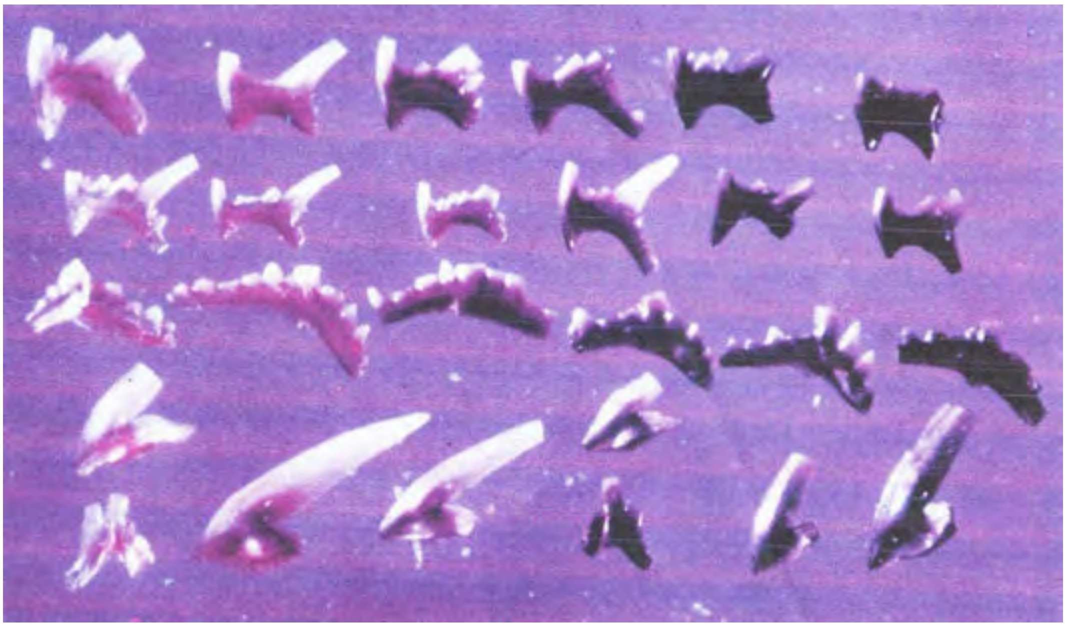
Gambar 3.4. Susunan Lapisan batuan masih normal

Untuk batuan yang telah mengalami gangguan struktur maka penentuan umur relatif batuan sulit dilakukan. Lihat gambar!



Gambar 3.5. Batuan yang sudah terlipat mengalami gangguan struktur

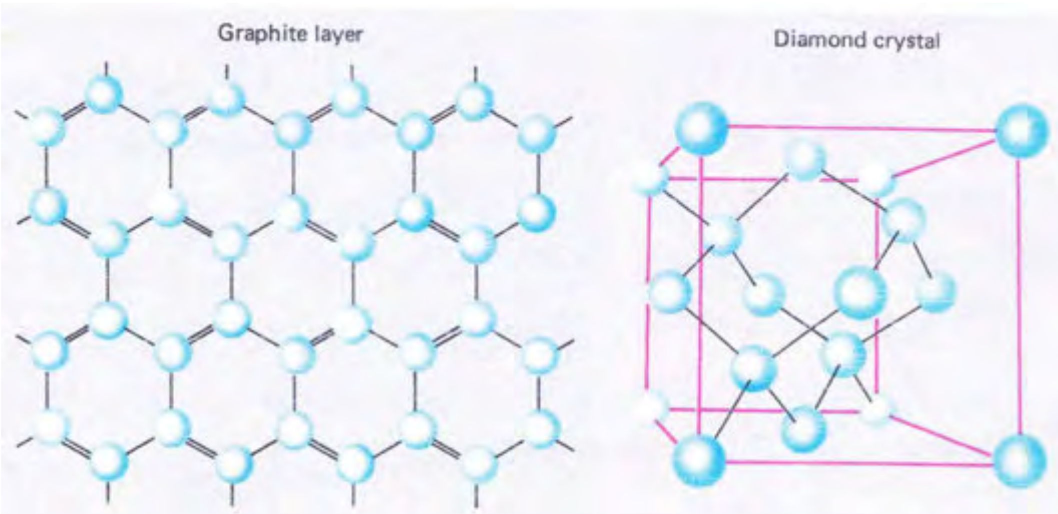
Penentuan umur dengan fosil merupakan cara penentuan umur mendasar dalam geologi. Fosil adalah sisa atau jejak kehidupan masa lalu, mereka penting untuk pengembangan skala waktu geologi, lihat gambar.



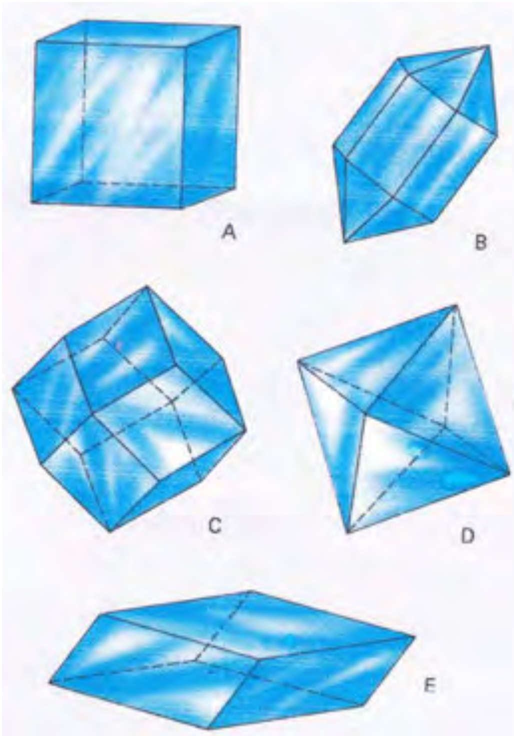
Gambar 3.6. Gambar Fosil

G. KRISTAL

Bersyukurlah kepada Tuhan memiliki semua ciptaannya yang teratur. Keteraturan itu membuat kita mudah dalam belajar adanya ciptaanya. Kristal adalah benda padat yang dikelilingi oleh bidang-bidang alami. Ion-ion dan atom-atom dalam kristal tersusun melalui pola-pola geometris tiga dimensi yang teratur dan biasa disebut *space lattices*. Perhatikan gambar berikut:



Bentuk-bentuk Iristal yang umum terlihat pada gambar berikut :



A. Bentuk kubik, contoh mineral Halit, Galena dan Pirit
B. Bentuk Prisma, dan Piramid, contoh mineral kwarsa
C. Bentuk Dodeka hedron contoh mineral garnet
D. Oktahedran contoh mineral intan
E. Rhombohedron

Kadang-kadang pengenalan bentuk kristal berguna untuk mengidentifikasi mineral-mineral dalam contoh batuan setangan. Tetapi sering terjadi mineral-mineral aterbentuk berupa kumpulan (aggregate) Kristalin atau mineral menampakkan pertumbuhan kristal yang tidak sempurna memiliki struktur atom yang teratur. Beberapa mineral misal mineral opal, tidak memiliki kristalin sama sekali.

H. Mineral

Diciptakan oleh Tuhan Yang Maha Pencipta apa yang ada di bumi untuk kamu. Lalu diajarkanNya nama-nama bneda pada manusia di muka bumi saat itu sehingga manusia dapat mengembangkan ilmu pengetahuan. Ayangkan kalau kita tidak tahu nama-nama benda, sungguh putuslah komunikasi antar kita dan alam ini. Maka kita bersyukur memiliki kesempatan mempelajari mineral.

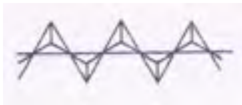
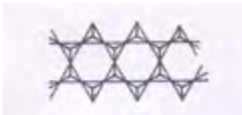
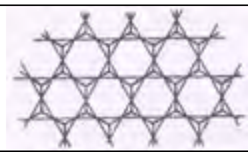
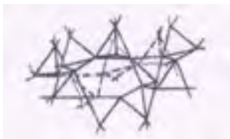
Dimana sumber mineral?

Kerak bumi dan samudra merupakan sumber anekaragam mineral yang utama dan berlimpah-limpah. Dalam kehidupan kita, kenyataannya setiap produk pabrik atau industri yang kita pakai umumnya berisikan bahan-bahan yang berasal dari mineral. Misalnya kaleng makanan berasal dari aluminium, kawat listrik berisi logam, perhiasan berisi perak dan emas, pensil berisi timah dan grafit, pupur bayi berasal dari mineral talk, mata bor brisi mineral intan dan sebagainya.

I. Grup Mineral

Lebih dari 4000 mineral dikenal sekarang ini dan masih banyak yang masih dalam penyelidikan. Mineral yang terdapat dalam batuan-batuan yang umum atau mineral-minral yang secara khusus penting untuk menginterpretasikan sejarah bumi disebut *Comon Rock Forming Minerals* yaitu grup mineral silikat dan grup mineral non silikat.

1. Grup mineral silikat, lihat tabel berikut :

Mineral		Idealized Formula	Cleavage	Silicate Structure	
Olivine		$(Mg,Fe)_2SiO_4$	None	Single tetrahedron	
Pyroxene group		$(Mg,Fe)SiO_3$	Two planes at right angles	Chains	
Amphibole group		$(Ca_2Mg_5)Si_8O_{22}(OH)_2$	Two planes at 60° and 120°	Double chains	
Micas	Muscovite	$KAl_2Si_3O_{10}(OH)_2$	One plane	Sheets	
	Biotite	$K(Mg,Fe)_3Si_3O_{10}(OH)_2$			
Feldspars	Orthoclase	$KAlSi_3O_8$	Two planes at 90°	Three-dimensional networks	
	Plagioclase	$(Ca,Na)AlSi_3O_8$			
Quartz		SiO_2	None		

2. Grup mineral non silikat, lihat tabel berikut :

Group	Member	Formula	Economic Use
Oxides	Hematite	Fe_2O_3	Ore of iron
	Magnetite	Fe_3O_4	Ore of iron
	Gorundum	Al_2O_3	Gemstone, abrasive
	Ice	H_2O	Solid form of water
	Chromite	$FeCr_2O_4$	Ore of chromium

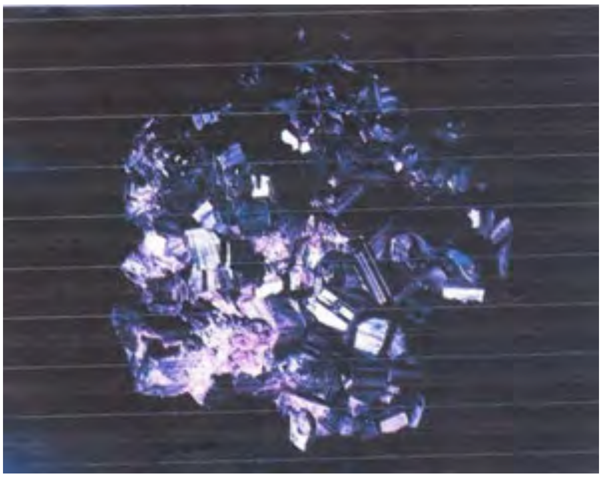
	Ilmenite	$FeTiO_3$	Ore of titanium
Sulfides	Galena Sphalerite Phyrite Chacopyrite Bornite Cinnabar	PbS ZnS FeS_2 $CuFeS_2$ Cu_3FeS_2 HgS	Ore of lad Ore of zinc Ore of sulfur Ore of copper Ore of copper Ore of mercury
Sulfates	Gypsum Anhydrite Barite	$CaSO_4\ 2H_2O$ $CaSO_4$ $BaSO_4$	Plaster Plaster Drilling mud
Native elements	Gold Copper Diamond Sulfur Graphite Silver Platinum	Au Cu C S C Ag Pt	Trade, jewelry Electrical conductor Gemstone, abrasive Sulfa drugs, chemicals Pencil lead, dry lubricant Jewelry, photography Catalyst
Halides	Halite Fluorite Sylvite	$NaCl$ CaF_2 KCl	Common salt Used in steel making Fertilizer
Carbonates	Calcita Dolomite Malachite Azurite	$CaCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$ $Cu_2(OH)_2CO_3$ $Cu_3(OH_2)(CO_3)_2$	Portland cement Portland cement Ore of copper Ore of copper
Hydrosides	Limonite Bauxite	$FeO(OH).nH_2O$ $Al(OH)_3 . nH_2O$	Ore of iron, pigments Ore of aluminium
Phosphates	Apatite Turquoise	$Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$ $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_n$	Fertilizer Gemstone

J. Sifat-sifat Fisik Mineral

Mineral merupakan benda padat yang terbentuk melalui proses morganik, setiap mineral memiliki susunan atom yang teratur (Struktur Kristalin) dan memiliki

komposisi kimia tertentu yang membuatnya memiliki sifat-sifat fisik yang unik. Karena komposisi kimia dan struktur internal mineral sulit ditentukan tanpa bantuan alat tes dan alat yang canggih. Sekarang pengenalan mineral secara praktis dan mudah dapat dilakukan cukup dengan mengenali sifat-sifat fisik mineral yaitu :

1. Crystalform (bentuk mineral) adalah ekspresi eksternal suatu mineral yang merefleksikan susunan internal yang teratur dari atom-atomnya
2. Luster (Kilap)



Gambar 3.7. Mineral Pirit



Gambar 3.8. Mineral Kwarsa

Appendix B Common Minerals and Their Properties

Mineral	*Chemical Composition*	*Form, Cleavage, Fracture*	*Usual Color*	*Hard ness*	*Streak*	*Specific Gravity*	*Other Properties*
Actinolite	$Ca_2(MgFe)_6Si_80_{22}(0H)_2$	Slender crystals, radiating, fibrous	Blackish-green to light green	5-6	Pale green	*32-3.6*	Vitreous luster. Common in green schists.
Agate (onyx)	$Si0_2$	Always massive and banded	Banded, red white, pink, brown, green	7	White	2.6	Variety of quartz. No cleavage, tough, translucent; waxy luster.
Alabaster (gypsum)	$CaS0_4$ • 2 HoO	Granular and massive	White, gray, pink	1-2.5	White	2.2-2.4	Pearly to dull luster.
Albite	NaAlSi$_{,t}$O„ (sodic plagioclase)	Good cleavage in 2 directions, nearly 90"	White, gray	6-6.5	White	2.6	May show fine striations (twinning lines) on cleavage faces.
Almandite (garnet)	Fe$_{:>}$Al$_2$(Si0$_4$),	No cleavage, crystals 12- or 24-sided	Deep red	6.5-7.5	White	4.2	Vitreous to resinous luster. Metamorphic index mineral.
Amethyst	$Si0_2$	No cleavage, uneven fracture	Purple	7	White	2.6	Vitreous luster. Hexagonal crystals or massive crystalline.
Andalusite	AlaSiOr,	Usually in square prisms	White, gray, green, violet, brown	6-7.5	White	3.1	Crystals may show dark interior cross.
Anhydrite	$CaS0_4$	Granular masses, crystals with 2 good cleavage directions	White, gray, blue-gray	3-3.5	White	2.9-3	Brittle; resembles marble but acid has no effect.
Anorthite	CaAi$_2$Si$_2$C)8 (calcic plagioclase)	Good cleavage in 2 directions at 94°	Colorless, white, gray, green	6	White	2.8	May show fine striations (twinning lines) on cleavage faces.
Apatite	Ca$_5$(0H,F,Cl)(P0$_4$)., (calcium fluorphosphate)	Massive, granular	Green, brown, red	4.5-5	Pale red-brown	3.1	Crystals may have a partly melted appearance, glassy

Mineral	Chemical Composition	Form, Cleavage, Fracture	Usual Color	Hardness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
Asbestos (var. chrysotile)	H^MgjSiaOo	Fibrous	White to pale olive-green	1-2.5	White	2.6-2.8	Pearly to greasy luster. Flexible, easily separated fibers.
Augite (a pyroxene)	('a(Mg,Fe,Al)(Al,Si_2()$_{(i}$)	Short stubby crystals have 4 or 8 sides in cross-section	Blackish-green to light green	5.6	Pale green	5-6	Vitreous, distinguished from hornblende by the 87° angle between cleavage faces.
Azurite	$Cu_{;r}(CO_{:j})_2(OH)_2$ (copper carbonate)	Varied, may have fibrous crystals	Azure blue	4	Pale blue	3.8	Vitreous to earthy, effervesces with HC1, an ore of copper.
Barite	$BaS0_4$	Tabular crystals, 3 cleavages, crystalline masses	White	2.5-3.5	White	4.5	Vitreous to pearly luster. Easily determined by high specific gravity.
Bauxite	Hydrous aluminum ' oxides; not a true mineral	Earthy masses	Reddish to brown	1.5-3.5	Pale reddish-brown	2.5	Dull luster, claylike masses with small round concretions.
Beryl	$Be_{;t}Al_2(SiO_{;i})$«	Uneven fracture, hexagonal crystals	Green, yellow, blue, pink	7.5-8.0	White	2.6-2.8	Vitreous luster. Gem variety is aquamarine.

Mineral	*Chemical Composition*	*Form, Cleavage, Fracture*	*Usual Color*	*Hard ness*	*Streak*	*Specific Gravity*	*Other Properties*
Biotite	$K(Mg,Fe)_3\{AlSi_3O_{10}(OH)_2$	Perfect cleavage into thin sheets	Black, brown, green	2.2-2.5	White, gray	2.7-3.1	Vitreous luster, divides readily into thin flexible sheets.
Bornite	$Ou_{r>}Ft\backslash S,$	Compact, massive	Purplish	3	Gray-black	4.9-5.4	Metallic luster, brittle, an ore of copper.
Calcite	$()aCO_{;,}$	Perfect cleavage into rhombs	Usually white, but may be variously tinted	3	White	2.7	Transparent to opaque. Rapid effervescence with HC1
Carnotite	$K_2(U0_2)_2(V0_4)_2$	Earthy, powdery	Canary yellow	Very soft	Pale yellow	4	Soft, earthy. An ore of uranium.
Cassiterite	$Sn0_2$	Massive or as sand-size grains	Black	6-7	Dark brown	7	Submetallic, heavy, hard grains.
Chalcedony	$Si()_2$	Fractures uneven or conchoidal	White, gray, blue	7	White	2.6	Waxy luster, tough, translucent, variety of quartz.
Chalcocite	CuaS	Usually massive	Dark lead gray	2.5-3	Lead gray	S.5-5.8	Metallic luster, often with bluish tarnish.

Mineral	Chemical Composition	Form, Cleavage, Fracture	Usual Color	Hardness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	Uneven fracture	Brass yellow	3.5-4.5	Greenish-black	4.2	Metallic luster, softer than pyrite.
Chlorite	Hydrous ferromagnesian aluminum silicate	Perfect cleavage as fine scales	Green	2.0-2.5	Gray, white, pale green	2.8	Pearly to vitreous luster. Low-grade metamorphic mineral.
Chromite	$FeCr_2()_4$	Massive, granular, compact	Black	5.5	Dark brown	4.4	Metallic to submetallic luster. Ore of chromite occurring in serpentine.
Cinnibar	HgS	Compact, granular masses	Scarlet red to red-brown	2.5	Scarlet red	8	Color and streak distinctive. Ore of mercury.
Clay (clay minerals)	Hydrous aluminum silicates, with Ca, Na, K, Fe, Mg	Soft, compact, earthy masses	White, but tinted by impurities	1-2	White	2.2~2.6	Greasy feel, adheres to tongue, earthy odor when moist.

Mineral	***Chemical Composition***	***Form, Cleavage, Fracture***	***Usual Color***	***Hard ness***	***Streak***	***Specific Gravity***	***Other Properties***
Corundum	$A1_20_3$	Short, six-sided barrel-shaped crystals	Gray, light blue, and other colors	. 9	None	3.9-4.1	Ruby and sapphire are corundum varieties. Hardness is distinctive.
Diamond	c	Octahedral crystals	Colorless or with pale tints	10	None	3.5	Adamantine luster. Hardness is distinctive.
Diopside (a pyroxene)	CaMg(Si-Ai)	Usually short thick prisms; may be granular	White to light green	5-6	White to greenish	3.2~3.6	Vitreous luster. A contact metamorphic mineral in carbonates.
Dolomite	$CaMg(C0_3)_2$	Cleaves into rhombs; granular masses	White, pink, gray, brown	3.5-4	White to pale gray	3.9-4.2	Effervesces slightly in cold dilute HC1.
Mineral	Chemical Composition	Form, Cleavage, fracture	Usual Color	Hard-ness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
Enstatite (a pyroxene)	$MgSi0_3$	Cleavage good at 87" and 93°; usually massive	Pale green, brown, gray, or yellowish	5.5	White	3.2-3.5	Vitreous luster. Common in mafic igneous rocks.

Mineral	*Chemical Composition*	*Form, Cleavage, Fracture*	*Usual Color*	*Hard ness*	*Streak*	*Specific Gravity*	*Other Properties*
Epidote	Hydrous Ca, Al, Fe, silicate	Usually granular ihasses; also as slender prisms	Yellow-green, olive-green, to nearly black	6.7	Pale yellow to white	3.3	Vitreous luster; occurs as contact metamorphic. mineral in carbonates.
Fluorite	CaF_2	Octahedral and also cubic crystals	White, yellow, green, purple	4	White	3.2	Cleaves easily, vitreous, transparent to translucent.
Galena	PbS	Perfect cubic cleavage	Lead or silver gray	2.5	Gray	7.6	Metallic luster. Ore of lead.
Glauconite	Hydrous silicate of K and Fe	Occurs as grains or granular masses	Green	1-2	Greenish- white	2.2	Dull luster. Common constituent of "greensands."
Goethite	$HFe0_2$	Massive, in fibrous aggregates or foliated	Yellow-brown to dark brown	5-5.5	Yellow- brown	3.3-4.4	Adamantine to dull. An iron ore.
Graphite	C	Foliated, scaly, or earthy masses	Steel gray to black	1-2	Gray or black	*22*	Feels greasy; marks paper.
Gypsum	$CaS0_4 \cdot 2H_20$	Tabular crystals, fibrous, or granular	White, pearly	1-2.5	White	22-2.4	Thin sheets (selenite), fibrous (satinspar), massive (alabaster).

Mineral	*Chemical Composition*	*Form, Cleavage, Fracture*	*Usual Color*	*Hardness*	*Streak*	*Specific Gravity*	*Other Properties*
Halite	NaCl	Granular masses, perfect cubic crystals	White, also pale colors and gray	2.5-3	White	2.2	Pearly luster, salty taste, soluble in water.
Hematite	Fe_20_3	Granular, massive, or earthy	Brownish- red	2.5	Dark red	2.5-5	Often earthy, dull appearance.
Hornblende (an amphibole)	Complex Ca, Mg, Fe, Al, silicate	Elongate crystals	Dark shades of green	5-6	Pale green	3.2	Crystals six-sided with 124" between cleavage faces.
Jadeite (a pyroxene)	$NaAl(Si_20_„)$	Compact fibrous aggregates	Green	6.5-7	White, pale green	3.3	Vitreous luster.
Jasper	SiOo	Fracture uneven to conchoidal	Red, yellow-brown	7	White	2.6	Dull to waxy luster.
Kyanite	Al_2SiO_B	Good cleavage In one direction; bladed aggregates	White, pale blue, gray, green	4-7	White	3.6	Vitreous to pearly; crystals may have blue interiors.
Labradorite	A mixture of $CaAl_2Si_20_8$ and $NaA18i_3O_s$ ((>0:40)	Cleavage perfect In two directions	Dark gray to grayish-white	6	White	2.7	Vitreous, fine striations on one cleavage face, play of colors.
"Limonite" (amorphous	$2Fe_20_3 \cdot 3H_20$	Earthy fracture	Drown or black	1.5-4	Brownish-yellow	3.6	Earthy masses that resemble clay.

hydrous

Mineral	*Chemical Composition*	*Form, Cleavage, Fracture*	*Usual Color*	*Hard ness*	*Streak*	*Specific Gravity*	*Other Properties*
Magnetite	Fe_30_4	Uneven fracture, granular masses	Iron black	5.5	Iron Black	5.2	Metallic luster. Strongly magnetic.
Malachite	$CuCO_3$ - $Cu(OH)_2$	Uneven splintery fracture	Bright green, dark green	3.5-4	Emerald green	4	Effervesces with HC1. Associated with azurite.
Marcasite	FeS2	Uneven fracture, arrow-shaped crystals	Pale brass yellow	6	Black	4.9	Metallic luster (never in cubes as in pyrite).
Muscovite	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	Perfect cleavage into thin sheets	Colorless if thin	2-2.5	White	2.73	Vitreous or pearly; flexible and elastic; splits easily.
Olivine	$(MgFe)_2Si0_4$	Uneven fracture, often in granular masses	Various shades of green	6.5-7	White	3.2-33	Vitreous, glassy luster. Common in basalt; gem variety peridot.
Opal	SiO_2 nH_20	Conchoidal fracture, amorphous, massive	White and various colors	5.5-6.5	White	2.1	Vitreous, greasy, pearly luster. May show a play of colors.
(a mineraloid)		Good cleavage in two directions at 90°	White, pink, red, yellow, green,	6	White	2.6	Vitreous to pearly, a common associate

Mineral	Chemical Composition	Form, Cleavage, Fracture	Usual Color	Hard ness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
			gray				of quartz in granite.
Orthoclase	KAlSi,.)O_{fl}	Uneven fracture cubes with striated faces, octahedrons	Pale brass yellow (lighter than chal-copyrite	66.5	Greenish-Black	5	Metallic luster, brittle, very common.
Pyrite (“fools gold")	FeS_2	No cleavage, massive and as six-sided crystals		7	White	2.6	Includes rock crystal, rose and milky quartz, amethyst, smoky quartz, etc.
Quartz	SiO_2	Prismatic cleavage, uneven fracture		6.7	Light brown to light gray	4.3	adamanitine to submetalic, an ore of titanium
Rutile	TiO_2	Uneven, often splintery fracture		2.5	white	2.5	waxy luster, smooth feel, brittle
Serpentine	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	Good rhombohedral cleavage	Colorless, white, or tinted any color by impurities	3.5-4	pale yellow or yellow-brown white	3.8	vitreous luster, brittle, cleavage faces often curved
Siderite	Fe_2CO_3	Good cleavage in one direction, fibrous	Reddish brown to black	6-7	White	3.23	vitrous luster index to high-grage mtamolrphims

Mineral	Chemical Composition	Form, Cleavage, Fracture	Usual Color	Hardness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
Sillimanite							
Specularite	Al2SiO5	Cleavage absent or micaceous	Light and dark green, yellow	2.5-6.5	Red or reddish-brown	4.4-5.3	
(var. hematite)	Fe2O3	Brown, Brown, light, green, white, **Dark steel, gray**	metalic luster. Bright sparking scales				
Sphalerite	ZtiS	Perfect cleavage in (i directions at 120°	Shades of brown and red	3.5	Reddish- brown	4	Resinous luster, may occur with galena, pyriic <)ic of zinc.
Spinel (a inlhf'i.il ;.',n >ii|>)	$MgAl_20_4$	No cleavage, rare octahedral crystals	Black, dark green, or various colors	7.5-8.0	White	3.5-4.1	Vitreous luster. Hardness is distinctive.
Staurolite	$Fe^{+2}Al5Si_20_{12}(0H)$	Fair cleavage in one direction	Dark brown to nearly black	7	White to grayish	3.6-3.8	Subvitreous to resinous. Crystals sometimes twinned as crosses.
Ntibnite	$Sb_2S_{:)}$	Perfect in one direction	Dark lead gray	2	Gray or black	4.5	Metallic luster; slender prismatic crystals.

Mineral	Chotnic.il (-imposition	Form, Cleavage, Fracture	Usual Color	Hard-ness	Streak	Specific Gravity	Other Properties
Talc (soapstone)	$Mg_3Si_4()_{10}(OH)_2$	Perfect in one direction	Green, white, gray	1-1.5	White	1-2.5	Greasy feel; occurs in foliated masses.
Topaz	$Al_2Si0_4(F,0H)_2$	Cleavage good in one direction; conchoidal fracture	Colorless, white, pale tints of blue, pink	8	Colorless	3J5-3.6	Vitreous luster.
Tourmaline	Complex boron aluminum silicate with Na, Ca, F, Fe, Li	Poor cleavage, uneven fracture; striated crystals	Black, brown, green, pink	7-7.5	White to gray	4.4-4.B	Vitreous, slightly resinous. A gemstone.
Tremolite (an amphibole)	$Ca_2Mg_B(Si_s()_{22})(OH)_2$	Perfect cleavage at an angle of 124°	White, light gray, light green	5.6	White	2.9-3.1	Vitreous to silky. Crystals usually long-bladed or short and stout.
Uraninite	$U0_2$ with small amounts of Pb, Ra, Th, Y, N, He, and A	Massive or botyroi-dal; no cleavage	Brownish- black	5-6	Brownish- black	6.4-9.7	Submetallic luster to greasy or dull.
Wollastonite	$CaSi0_3$	Usually in fibrous masses of elongate crystals	White, pink, gray, colorless	4.5-5.0	White	2.S-2.9	Vitreous luster. A mineral of contact metarnorphism of limestone.
Zircon	$Zr(Si0_4)$	Cleavage poor, but often well-formed tetragonal crystals	Colorless, gray, green, pink, bluish	7.5	White	4.7	Adamantine luster.

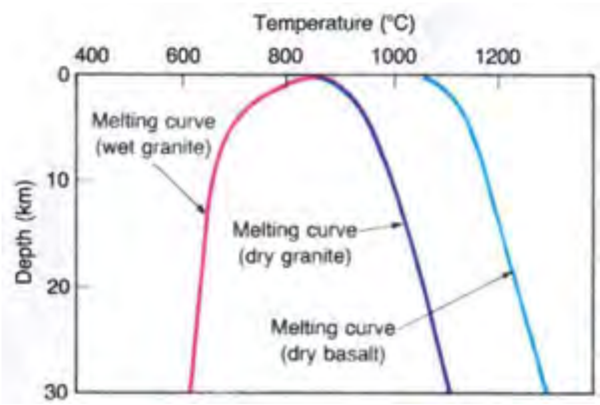
K. Batuan

1. Batuan Beku

Erupsi volkanik dapat menggerakkan aliran lava secara ekstensif. Lava mirip dengan magma tapi lava telah dihilangkan kandungan gasnya. Batuan yang terbentuk dari lava yang membeku digolongkan menjadi batuan *ekstrusif* atau batuan volkanik. Sebaliknya magma yang tidak dapat mencapai permukaan bumi dan membeku di bawah permukaan bumi disebut batuan *intrusif* atau *plutonik*.

Dari mana asal magma?

Magma berasal dari batuan yang terpanasi hingga titik leburnya sehingga batuan terseb ut meleleh menjadi magma di lingkungan dekat permukaan batuan yang memiliki komposisi granitis meleleh pada temperatur sekitar 800^0c, sedangkan batuan yang bersifat basaltis membeku pada temperatur diatas 1000^0c.



Apa sumber panas yang dapat melelehkan batuan untuk membentuk magma? Sumber banas tersebut berasal dari mineral-mineral radioaktif yang terdapat dalam mantle atas dan kerak bumi. Menurut para pekerja tambang bawah tanah bahwa kenaikan temperature di bawah permukaan sejalan dengan penembahan kedalaman. Di atas kerak bumi kenaikan temperature perkilometer 20^0c dan 30^0c. kenaikan gradual temperature beriringan dengan kenaikan kedalaman dinamai *geothermal gradient.*

REVIEW

Buatlah kelompok 4 orang siswa, lalu cermati gambar berikut ini, lalu jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

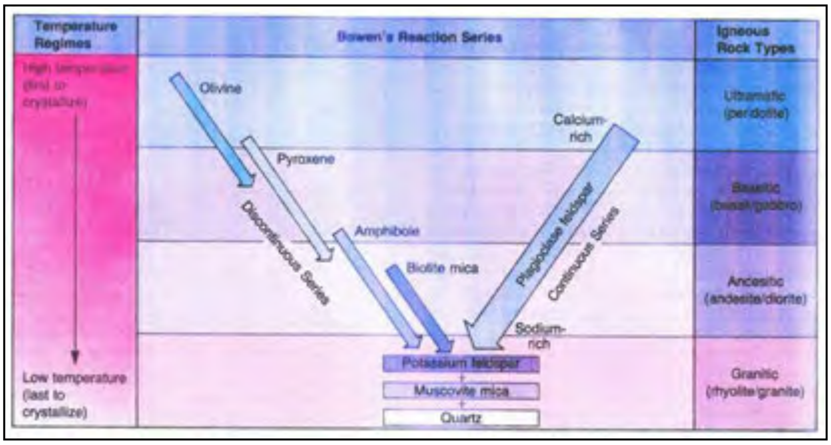
1. Apa beda oceanic ridge dan island arc? Batuan apa yang terdapat di sana? (gunakan referensi)

2. Dimana terjadinya magma di daerah tersebut?
3. Jelaskan proses terjadinya magma dan batuan beku di daerah tersebut.

Pengelompokan Batuan Beku

Batuan beku dikelompokkan berdasarkan tekstur dan komposisi mineral. *Tekstur* batuan beku merupakan hasil dari proses magma yang berpendinginan magma yang berbeda-beda, sedangkan *komposisi* batuan beku berasal dari apa komposisi. Kimia magma induk (parent magma)nya dan lingkungannya kristalisasi magma.

Lingkungan kristalisasi magma terkait erat dengan Bown's reaction series. Amati gambar berikut:



Gambar 3.9. Bown's reaction series

BERPIKIR KRITIS

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Menurut gambar Bown's reaction series:
   a. Apa dadar klasifikasi batuan batu?
   b. Mineral-mineral apa yang terbentuk pada temperature tinggi dan rendah selika (slikicon) nya? Dan terdapat pada batuan apa?
   c. Apa komposisi mineral batuan granit, andesit?

2. Cermatilah tabel berikut lalu

	Granitic	Andesitic	Basaltic	Ultramafic
Intrusive Extrusive	Granite Rhyolite	Diorite Andesite	Gabbro Basalt	Peridotite
Mineral Composition	Quartz Potassium feldspar Sodium feldspar	Amphibole Intermediate plagioclase feldspar Biotite	Calcium feldspar Pyroxene	Olivine Pyroxene
Minor Mineral Constituents	Muscovite Biotite Amphibole	Pyroxene	Olivine Amphibole	Calcium feldspar

← Increasing silicon content

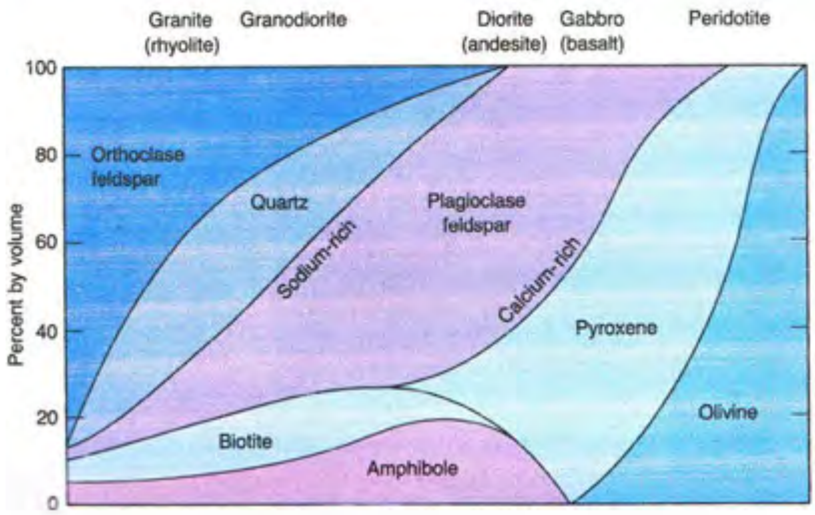
Increasing iron content →

3. Jelaskan perbedaan antara :

   Granit >< Gabro

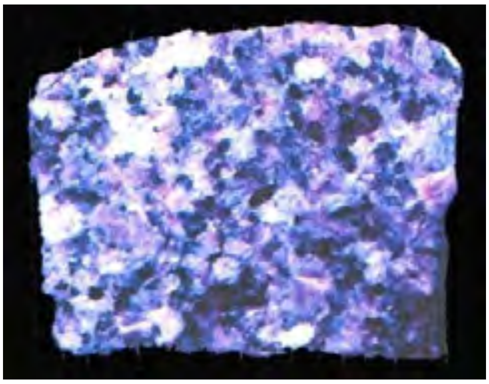
   Diorit >< Peridotit

4. Amati tabel berikut:



   Lalu susunlah komposisi batuan-batuan berikut: Granit, riolit, granodiorit, diorite, andesit, gablro baself, dan peridotit.

5. Beri nama batuan-bantuan berikut ini:

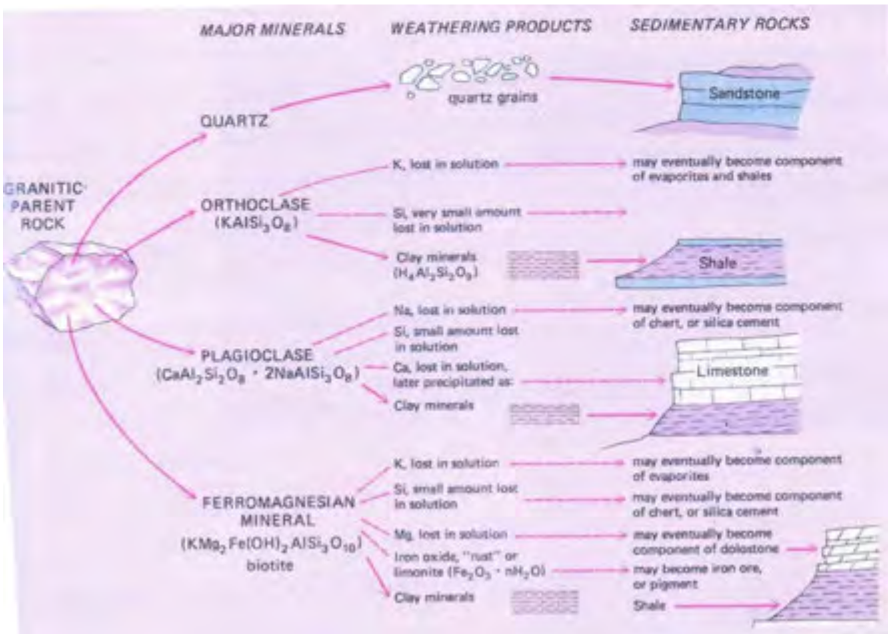




Karena batuan yang meleleh tersebut memiliki komposisi mineral yang beraneka ragam yang titik lelehnya mungkin tidak sama sehingga batuan meleleh tidak serentak tapi sebagian yang disebut *pestikal meeting*.

2. Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari sedimen-sedimen yang berasal dari pelapukan batuan yang sudah ada. Sedimen-sedimen tersebut oleh media transportasi air, angin, atau es, lalu mereka terendapkan pada suatu cekungan yang akhirnya mengalami pengerasan (litifikasi) terbentuk batuan sedimen, lihat gambar berikut ini.

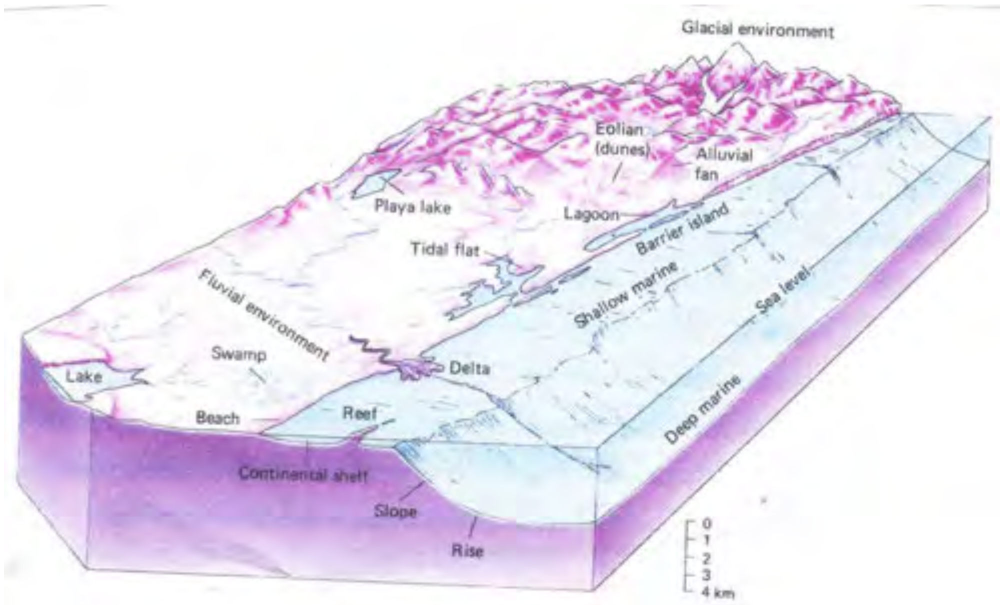


Gambar 3.10. Pelapukan batuan granit yang membentuk batuan sedimen

REVIEW

Amatilah gambar berikut ini lalu isilah kolom-kolom yang disediakan!

Nomor 1 sebagai contoh.



Gambar 3.11. Lingkungan Pengendapan

No	Lingkungan Pengendapan darat	No	Lingkungan Pengendapan Laut	No	Lingkungan Pengendapan transisi
1	Lake (Danau)	1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	

Sumber Energi (Energy Resources)

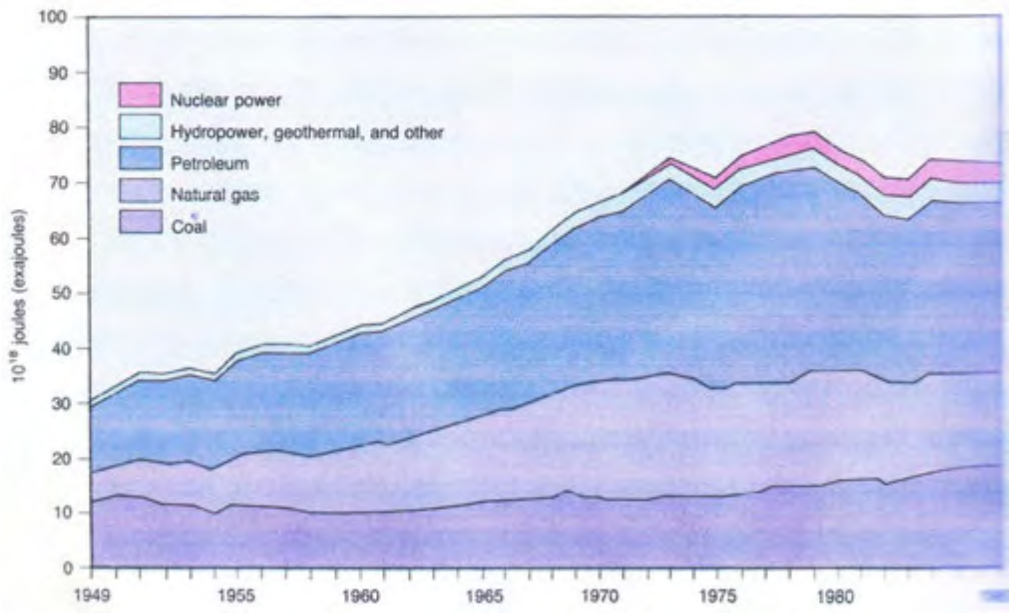
Batubara, minyak bumi, dan gas alam merupakan bahan bakar utama dalam ekonomi industri modern. Lama kelamaan ketiga bahan bakar tersebut semakin menyusut cadangannya, sehingga para ahli mulai mencari sumber energi alternatif untuk mengantisipasi terjadi krisis energi ke depan.

1. Batubara

   Batubara sangat berbeda dengan batuan sedimen tapi orang sering memasukkannya ak dalam kelompok batuan sedimen biokimia. Batubara juga sering disebut orang fosil fuel/bahan bakar fosil.

REVIEW

Perhatikan gambar di bawah ini lalu jawablah pertanyaan-pertanyaan!



Gambar 3.12. Konsumsi energi 1949-1987 di USA

(Taken from Introduction of Physical Geology)

a. Sebutkan sumber energi yang dipakai ?

b. Sumber energi apa yang dipakai paling besar ?

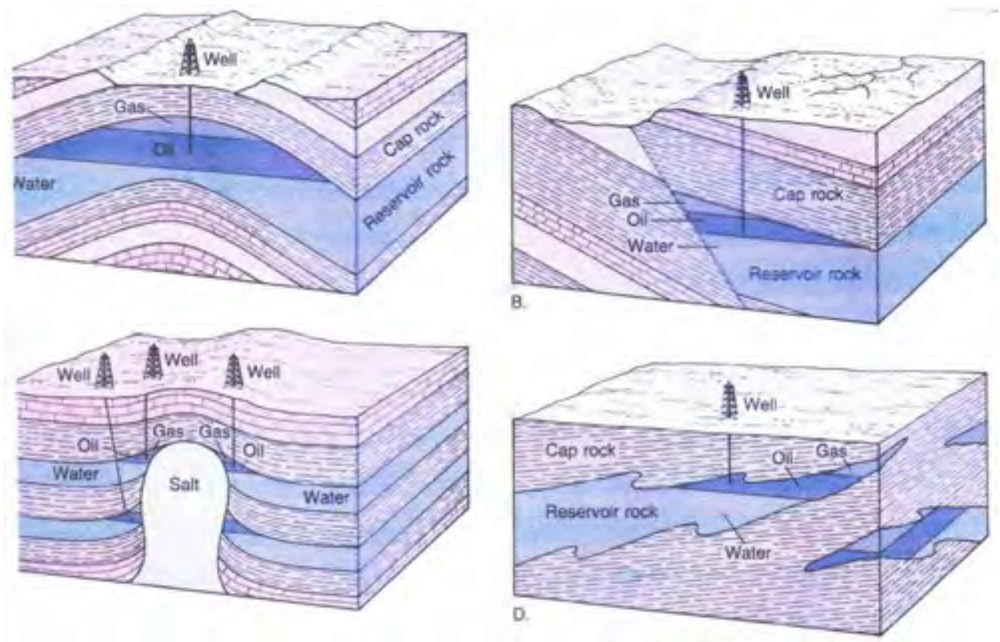
c. Sumber-sumber energi apa yang dipakai pada tahun 1980, 1987? Energi apa yang dipakai paling sedikit ? Mengapa ?

2. Minyak Bumi dan Gas Alam

Minyak bumi dan gas alam ditemukan pada lingkungan pengendapan yang mirip dengan lingkungan pengendapan minyak bumi dan secara khusus terjadi bersama-sama. Kedua sumber energi tersebut tersusun oleh senyawa hidrokarbon, dan sedikit unsur-unsur yang lain misal sulfur, Nitrogen dan oksigen. Terbentuknya minyak gas gas alam pada lingkungan dekat pantai.

Review :

Buatlah kelompok 4 orang siswa, lalu amati 4 gambar brikut lalu jawablah pertanyaan berikutnya.



Gambar 3.13. Perangkap Minyak Bumi

a. Apa nama struktur geologi perangkap minyak bumi pada gambar A, B, C?
b. Jelaskan istilah-istilah yang terdapat pada gambar tersebut ! (Well, Caprock, reservoir rock)
c. Bdakan cara terjadi oil (minyak) and coal (Batubara)

3. Energi Geothermal (Geothermal Energy)

Energi ini dihasilkan oleh uap dan air panas yang berada di bawah permukaan bumi. Tempat tersebut memiliki temperatur tinggi karena adanya aktivitas volkanik. Ada beberapa faktor geologi yang diperlukan untuk terjadinya cadangan geoteermal, yaitu :

a. Ada sumber panas yang potensial, misal panas dari dapur magma yang besar.
b. Ada batuan reservoir yang porous dan bsar dan terhubung dengan sumber panas.
c. Tersedia batuan penutup yang permeabilitasnya rendah.

REVIEW

a. Carilah peta daerah yang potensial energi geothermalnya !
b. Mengapa Indonesia potensial dengan energi geothermal ?

Pertanyaan

a. Dimana lokasi manth bumi dalam interior bumi ?

b. Apa beda mineral dan batuan ?

c. Sebutkan 3 kelompok batuan dan jelaskan cara terjadinya !

d. Apa beda inner core dan outer core ? dan asthenosfere lithosfere ?

e. Setelah waktu geologi 4,7 miliar tahun, mengapa tenaga penghancur pelapukan dan erosi tidak mampu membuat benua pada dataran-dataran rendah ?

Klasifikasi Batuan Sedimen

Pengelompokan batuan sedimen pada table berikut didasarkan pada detrital dan chemical. Kereteria detritel adalah *ukuran butir mineral*. Sedangkan kereterial chemical adalah komposisi mineral batuan.

Classification of sedimentary rocks

DETRITAL ROCKS

Texture	Sedimentary name and particle size	Comment	Rock name
Clastic	Gravel (< 2 mm)	Rounded rock fragments	Conglomerate
		Angular rock fragments	Breccia
	Sand (1/16-2 mm)	Quartz predominates	Quartz sandstone
		quartz with considerable feldspar	Arkose
		Dark color, quartz with considerable feldspar, clay, and rock fragment	Greywacke
	Mud (<1/16 mm)	Splits into thin layers	Shale
		Breaks into clumps or blocks	Mudstone

CHEMICAL ROCKS

Group	Texture	Composition	Rock name
Inorganic	Clastic or nonclastic	Calcite, $CaCO_3$	Limestone
	Nonclastic	Dolomite, $CaMg(CO_3)_2$	Dolomite (dolostone)
	Nonclastic	Microcyristalline quartz, SiO_2	Chert
	Nonclastic	Halite, NaCl	Rock salt
	Nonclastic	Gypsum, $CaSO_4.2H_20$	Rock gypsum
Biochemical	Clastic or nonclastic	Calcite, $CaCO_3$	Limestone
	Nonclastic	Microcyristalline quartz, SiO_2	Chert
	Nonclastic	Altered plant remains	Coal

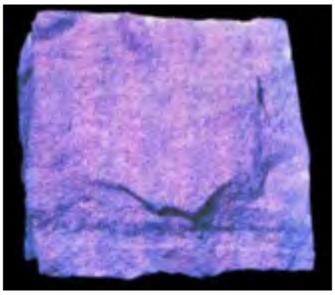
Dan untuk pembagian ukuran butir batuan detrital adalah seperti pada table berikut :

Particle size classification for detrital rocks

Size range Milimetres)	Particle name	Common sediment name	Detrital rock
>256 64-256 4-64 2-4	Boulder Cobble Pebble Granule	Gravel	Conglomerate or breccias
1/16-2	Sand	Sand	Sandstone
1/256-1/16 <1/256	Silt Clay	Mud	Shale or mudstone

SOAL:

1. Diskripsikanlah batuan sedimen berikut :



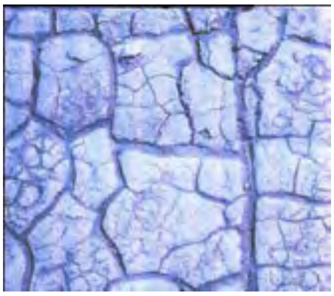
Name : sandstone

Komposisi :

Tekstur :

Ukuran butir :

Lingkungan pengendapan :



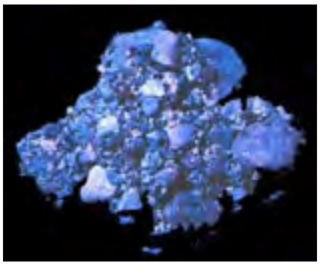
Name : batu gamping

Komposisi :

Tekstur :

Ukuran butir :

Lingkungan pengendapan :



Name : konglomerat

Komposisi :

Tekstur :

Ukuran butir :

Lingkungan pengendapan :



Name : breksi

Komposisi :

Tekstur :

Ukuran butir :

Lingkungan pengendapan :

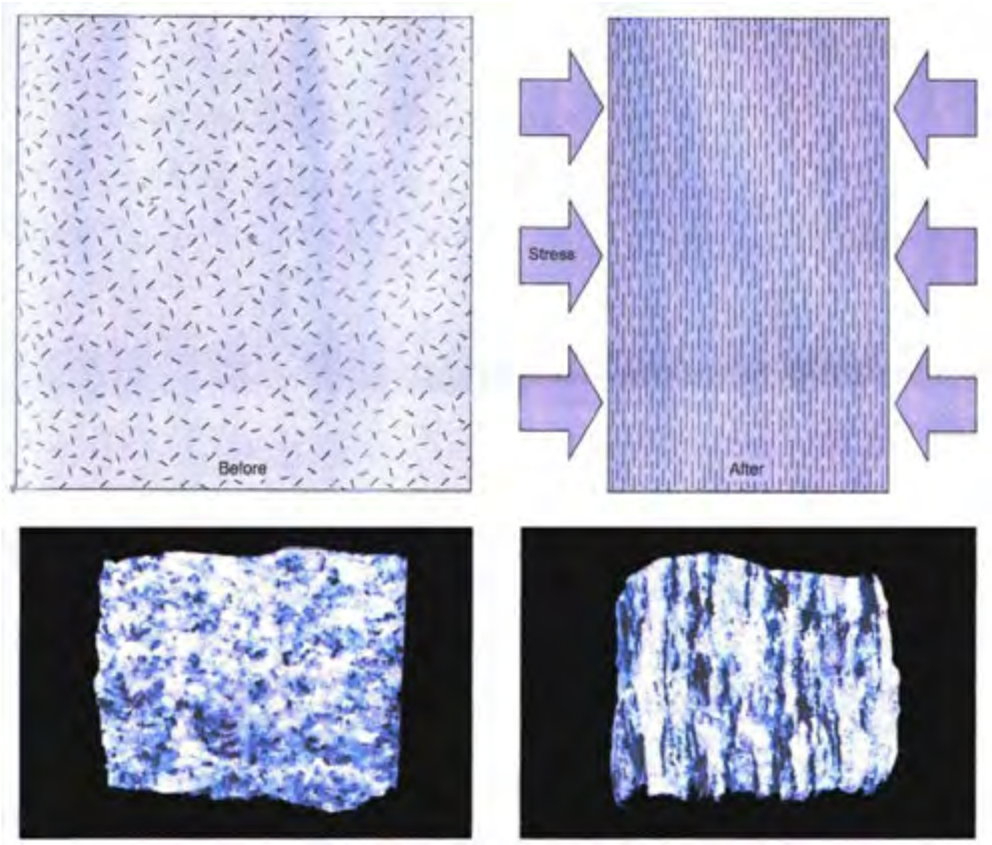
2. Diskripsikan batuan sedimen berikut:
   a. Breccias (breksi)
   b. Batu pasir kwarsa
   c. Arkosa
   d. Greywacke
   e. Shale
   f. Mudstone

3. **Batuan Metamorf**

a. **Mitarmorfisme**

Metarmorfisme merubah batuan yang sudah ada melalui pengaruhi panas, tekanan dan cairan (fluid) yang proses kimiawinya aktif. Batuan metamorf dapat terbentuk melaluipenebalan batuan beku, sedimen dan bahkan dari batuan metamorf ke batuan metamaf.

Perubahan batuan ke batuan metamorf yang telah aa itu berapa perubahan tekstur dan perubahan mineralnya. Perhatikan gambar berikut:



b. **Macam-macam batuan metamorfik**

1) Batuan metamorf berfoliasi

a) Slate

b) Philite

c) Schist

d) Gneiss

2) Asal dan karakteristik batuan metamorf dasar pengelompkan batuan metamorf adalah komposisi dan tekstur, lihat tabel berikut:

Table 3.3 Origin and Characteristics of Metamorphic Rocks

Category	*Metamorphic Rock*	*Texture and Appearance*	*Typical Mineral Composition*	*Type of Metamorphism*	*Parent Rock*
Foliated	Slate	Aphanitic, smooth, dull foliation planes; gray, black, green, or purple	Clay minerals, mica, chlorite	Regional	Shale
	Phyllite	Aphanitic, although some grains may be visible; foliation planes commonly wrinkled and more lustrous than slate	Mica, chlorite, quartz	Regional	Shale
	Schist	Phaneritic, distinctly foliated, platy (mica, chlorite) or needlelike (hornblende) minerals commonly segregated into layers	Mica, chlorite, talc, graphite, hornblende, garnet, staurolite	Regional	Shale, basalt or gabbro, impure sandstones, impure limestones
	Gneiss	Phaneritic irregular foliation composed of relatively robust min-erals; foliation less dis-tinct than in schists	Quartz, feldspars, garnet, mica, hornblende, stau-rolite	Regional	High-silica igneous rocks and sandstones
Non-foliated or weakly foliated	Marble	Phaneritic, fine to coarsely crystalline; often variegated (marbled)	Calcite, dolomite	Regional or contact	Limestones or dolostones
	Quartzite	Phaneritic, sugary-textured	Quartz	Regional or contact	Quartz sandstones
	Greenstone	Aphanitic, scattered dark visible crystals; dark green	Chlorite, epidole, amphiboles	Regional	Low-silica volcanic rocks
	Amphibolite	Phaneritic, similar to amphibole schist but foliation less apparent	Hornblende and plagioclase	Regional	Low-silica igneous rocks
	Homfels	Aphanitic to fine phaneritic, grains, equidimensional	Andalusite cordierite, mica, quartz	Contact	Usually shales ormudstones

3) Batuan metamorf non foliasi

a. Marble (marmer)

b. Quartzite

c. Greenstone

d. Amphibolite

e. Hornfels

BAB 4
GAYA GEOLOGI

A. Gaya-Gaya Geologi

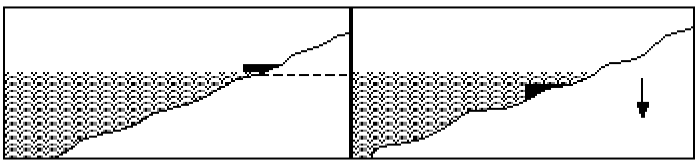
1. Tenaga Endogen

Tenaga atau gaya endogen adalah kekuatan yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan perubahan pada kulit bumi. Tenaga endogen ini sifatnya membentuk permukaan bumi menjadi tidak rata. Mungkin saja di suatu daerah dulu-nya permukaan bumi rata (datar) tetapi akibat tenaga endogen ini berubah menjadi gunung, bukit atau pegunungan. Pada bagian lain permukaan bumi turun menjadikan adanya lembah atau jurang. Secara umum tenaga endogen dibagi dalam tiga jenis yaitu tektonisme, vulka-nisme, dan seisme atau gempa.

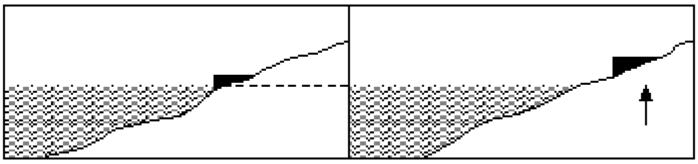
a. Tektonisme

Tektonisme adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan terjadinya dislokasi (perubahan letak) patahan dan retakan pada kulit bumi dan batuan. Berdasarkan jenis gerakan dan luas wilayah yang mempengaruhinya, tenaga tektonik dapat dibedakan atas gerak orogenesa dan epiro-genesa.

Gerak orogenesa adalah gerakan tenaga endogen yang relatif cepat dan meliputi daerah yang relatif sempit. Gerakan ini menyebabkan terbentuknya pegu-nungan. Contoh: terbentuknya deretan lipatan pegunungan muda Sirkum Pasifik. Sedangkan gerak epirogenesa adalah kebalikan dari gerak orogenesa. Gerakan ini sangat lambat, dan meliputi areal yang sangat luas. Bila permukaan bumi bergerak turun, sehingga permukaan laut tampak seolah-olah naik, maka gerak epirogenesa disebut gerak epirogenesa positif. Contohnya terjadi di pantai Timor dan pantai Skandinavia. Sebaliknya gerak epirogenesa negatif terjadi apabila permukaan bumi naik, sehingga tampak seolah-olah permukaan air laut turun. Contohnya terjadi di Teluk Hudson.



Gambar 4.1. Gerak epirogenesa positif di pantai Skandinavia bagian timur



Gambar 4.2. Gerak epirogenesa negatif di Teluk Hudson

b. Vulkanisme

Vulkanisme adalah semua gejala alam yang terjadi akibat adanya aktivitas magma. Bagai-mana terjadinya vulkanisme? Vulkanisme sebenarnya sebagai akibat dari kegiatan tektonisme. Kegiatan tektonisme ini akan mengakibatkan retakan-retakan pada permukaan bumi yang menyebabkan aliran magma dari bagian dalam litosfer ke lapisan atasnya bahkan sampai ke permukaan bumi. Kegiatan magma itulah yang dinamakan vulkanisme. Hasilnya dapat dilihat pada gunungapi.

c. Seisme (gempa)

Pernahkah anda mengalami gempa? Jika pernah, apa yang anda rasakan? Benar, bumi atau lantai yang kita pijak terasa bergoyang. Gempa bumi bisa terjadi siang atau malam hari. Mungkin saja di siang hari anda sedang duduk di kursi, tiba-tiba kursi bergoyang, air dalam gelas bergoyang dan tumpah, gantungan listrik berayun, pintu dan jendela berderak, dan tiba-tiba di luar orang-orang berteriak, gempa... gempa.... Gempa seperti ini mungkin pernah atau sering terjadi di daerah anda. Bahkan gempa bisa menimbulkan petaka yang hebat, misalnya menyebabkan tanah longsor, bangunan roboh, banjir, gelombang pasang, bahkan bisa menelan korban makhluk hidup termasuk manusia. Misalnya gempa yang terjadi di Tokyo Jepang tahun 1933 menelan korban 60.000 manusia dan 300.000 rumah hancur. Tsunami yang menelan korban ratusan ribu manusia di Aceh tahun 2004, juga merupakan efek dari gempa. Zaman dulu di beberapa daerah konon ada yang percaya bahwa gempa disebabkan bumi ini terletak di ujung tanduk sapi (dewa). Sang sapi mendapat laporan bahwa bumi ini sudah kosong oleh orang-orang baik. Bumi ini hanya diisi oleh orang jahat. Sehingga sang sapi menggoyang-kan kepalanya untuk memberikan peringatan pada manusia melalui gempa. Tentunya anda tidak akan percaya dengan cerita ini.

Sesungguhnya gempa terjadi akibat getaran kulit bumi yang disebabkan oleh kekuatan dari dalam bumi. Bagaimana getaran itu terjadi? Kerak bumi ini merupakan lempengan yang kaku. Di daerah yang labil, lapisan litosfer ini mengalami perubahan letak. Misalnya di satu bagian terangkat ke atas, sedangkan di bagian sebelahnya menurun atau bertahan pada kedudukannya. Pelengkungan pada perbatasan antara dua bagian yang bergeser ini menimbulkan ketegangan yang lama-kelamaan akan patah secara mendadak. Patahan yang mendadak itulah yang menimbulkan getaran gempa. Tenaga dari dalam bumi yang menyebabkan gempa ini bermacam-macam. Karena itu gempa dapat diklasifikasikan berdasarkan penye-babnya, bentuk episentrumnya, letak hiposentrumnya, jarak, dan letak episentrumnya.

Berdasarkan peristiwa yang menimbulkannya, gempa dibagi menjadi gempa tektonik, gempa vulkanik, dan gempa runtuhan:

1) Gempa tektonik merupakan jenis gempa yang terkuat dan bisa meliputi wilayah yang luas. Gempa ini merupakan akibat dari gerakan gempa tektonik yaitu berupa patahan atau retakan.
2) Gempa vulkanik yaitu gempa yang terjadi sebelum atau pada saat gunungapi meletus. Gempa ini hanya terasa di daerah sekitar gunungapi, sehingga tidak begitu kuat jika dibandingkan dengan gempa tektonik.
3) Gempa runtuhan yaitu gempa yang terjadi akibat runtuhnya atap gua yang terdapat di dalam litosfer, seperti gua kapur atau terowongan tambang. Gempa ini relatif lemah dan hanya terasa di sekitar tempat runtuhan terjadi.

Masih banyak penggolongan jenis gempa. Misalnya berdasarkan bentuk episentrumnya, dibedakan menjadi 2 macam, yaitu gempa linier dan gempa sentral. Gempa linier yaitu episentrumnya berupa garis. Sedangkan gempa sentral yaitu episentrumnya berbentuk suatu titik. Berdasarkan letak kedalaman hiposentrumnya dibedakan menjadi tiga macam gempa, yaitu gempa dalam, gempa intermedier (menengah), dan gempa dangkal. Berdasarkan jarak episen-trumnya, gempa dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gempa setempat, gempa jauh, dan gempa sangat jauh. Berdasarkan letak episen-trumnya, gempa dapat dibedakan menjadi gempa laut dan gempa darat.

2. Tenaga Eksogen

Pernahkah anda melihat pengikisan pantai? Setiap saat air laut menerjang pantai yang akibatnya tanah dan batuannya terkikis dan terbawa oleh air. Tanah dan batuan yang dibawa air tersebut kemudian diendapkan dan menye-babkan pantai menjadi dangkal. Di daerah pegunungan bisa juga ditemukan sebuah bukit batu yang kian hari semakin kecil akibat tiupan angin. Ilustrasi di atas merupakan contoh tenaga eksogen. Jadi tenaga eksogen adalah kebalikan dari tenaga endogen, yaitu tenaga yang berasal dari luar bumi. Sifat umum tenaga eksogen adalah merombak bentuk permukaan bumi hasil bentukan dari tenaga endogen. Bukit atau tebing tadi yang terbentuk hasil tenaga endogen terkikis oleh angin, sehingga dapat mengubah bentuk permukaan bumi.

Secara umum tenaga eksogen berasal dari 3 sumber, yaitu:

a. Atmosfer, yaitu perubahan suhu dan angin.
b. Air yaitu bisa berupa aliran air, siraman hujan, hempasan gelombang laut, gletser, dan sebagainya.
c. Organisme, yaitu berupa jasad renik, tumbuh-tumbuhan, hewan, dan manusia.

Di permukaan laut, bagian litosfer yang muncul akan mengalami penggerusan oleh tenaga eksogen yaitu dengan jalan pelapukan, pengikisan dan pengangkutan, serta sedimentasi. Misalnya di permukaan laut muncul bukit hasil aktivitas tektonisme atau vulkanisme. Mula-mula bukit dihan-curkan melalui proses pelapukan, kemudian puing-puing yang telah hancur diangkut oleh air, angin, gletser atau dengan hanya gravitasi bumi. Hasil pengangkutan itu kemudian diendapkan, ditimbun di bagian lain yang akhirnya membentuk timbunan atau hamparan bantuan hancur dari yang kasar sampai yang halus.

B. Bentuk muka bumi di daratan

Coba anda perhatikan bentuk permukaan bumi di sekitar tempat tinggal anda. Mungkin anda berada di daerah pegunungan, gunung, bukit, dataran tinggi, dataran rendah, lembah, ngarai (*canyon*), atau bentuk lainnya. Seperti telah dijelaskan dalam bahasan sebelum-nya, perbedaan bentuk muka bumi ini disebabkan oleh tenaga

endogen dan eksogen. Untuk memahami lebih jauh tentang bentuk muka bumi khususnya di daratan.

1. Gunung

Gunung adalah bentuk muka bumi yang berbentuk kerucut atau kubah yang berdiri sendiri. Pada beberapa gunung ditemukan juga yang bersambung dengan gunung lainnya, namun bentuk terpisahnya masih jelas. Umumnya gunung merupakan gunungapi. Gunungapi ini ada yang masih utuh dengan kepundan di tengahnya, misalnya gunung Ciremai, gunung Muria, gunung Lompo Batang, dan banyak lagi gunung lainnya. Ada pula gunungapi yang hanya merupakan sisa dari gunungapi lama yang telah terpotong-potong oleh letusan yang hebat pada masa lampau, misalnya gunung Burangrang yang merupa-kan sisa gunungapi Sunda di Jawa Barat, dan Pulau Sertung yaitu bagian sisi gunung Krakatau. Bentuk gunung menjulang tinggi, yang berguna sebagai penahan awan. Akibatnya daerah yang ada di daerah bawah dan sekitar gunung bisa sering terjadi hujan. Adanya hujan ini bisa menjadikan hutan. Hutan dapat berfungsi menyimpan air, akibatnya di sekitar hutan sering ditemukan mata air dan sungai-sungai yang sangat bermanfaat bagi kehidupan mahluk hidup.

2. Pegunungan

Telah dijelaskan bahwa gunung merupakan bentuk muka bumi yang menjulang tinggi berbentuk kerucut atau kubah dan berdiri sendiri. Sedangkan pegunungan merupakan suatu jalur memanjang yang berhubungan antara puncak yang satu dengan puncak lainnya, misalnya Pegunungan Yura di Prancis dan Pegunungan Panini di Inggris. Di Indonesia juga banyak ditemukan pegunungan. Coba anda diskusikan dengan teman, pegunungan yang ada di Indonesia. Benar jawaban anda, pegunungan dimaksud diantaranya Bukit Barisan di Sumatera.

Apa yang menyebabkan terjadinya pegunungan? Pegunungan terbentuk pada waktu terjadinya gerak kerak bumi yang dalam dan luas. Karena itu daerah pegunungan biasanya relatif luas. Secara sederhana dapat kita untuk membedakan

pegunungan tua dan pegunungan muda. Pegunungan tua merupakan pegunungan yang relatif rendah dengan puncaknya yang relatif tumpul dan lerengnya landai. Misalnya pegunungan di Skandinavia dan pegunungan di Australia Timur yang terbentuk pada zaman Perm (Paleozoikum). Sedangkan pegunungan muda pada umumnya tinggi dengan puncaknya yang runcing dan lerengnya relatif curam. Pegunungan lipatan yang paling muda adalah hasil pengangkatan zaman Tertier, misalnya Sirkum Mediterania dan Sirkum Pasifik.

BAB 5
DEFORMASI KERAK BUMI

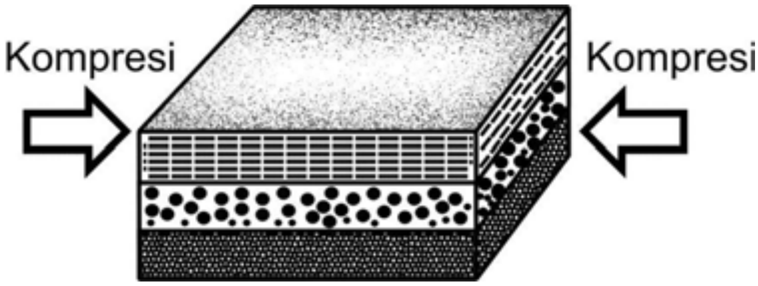
Diatropisme adalah proses pembentukan kembali kulit bumi yaitu melalui pembentukan gunung-gunung, lembah-lembah, lipatan-lipatan dan retakan-retakan.Proses pembentukan kulit bumi tersebut karena adanya tenaga tektonik. Tektonisme adalah tenaga yang berasal dari dalam kulit bumi yang menyebabkan perubahan lapisan permukaan bumi, baik mendatar maupun vertikal. Tenaga tektonik adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan gerak naik dan turun lapisan kulit bumi. Gerak itu meliputi gerak orogenetik dan gerak epirogenetik. (orogenesa dan epirogenesa).

A. Gerak Orogenetik

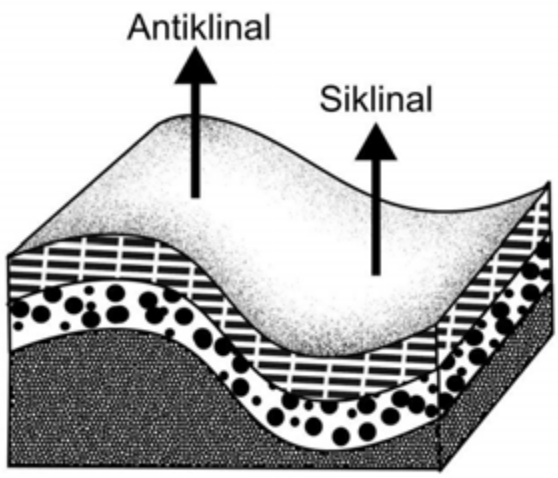
Gerak orogenetik adalah gerak yang dapat menimbulkan lipatan, retakan, dan patahan yang dise-babkan oleh gerakan dalam bumi yang besar dan meliputi daerah yang sempit serta berlangsung dalam waktu yang singkat.

Lipatan dihasilkan oleh ge-rakan pada lapisan bumi yang tidak terlalu besar dan berlangsung dalam waktu yang lama sehingga menyebabkan lapisan kulit bumi berkerut atau melipat. Kerutan atau lipatan lapisan bumi ini yang nantinya menjadi pegunungan. Punggung lipatan dinamakan antiklinal dan daerah lembah (sinklinal) yang sangat luas dinama-kan geosinklinal. Ada beberapa jenis lipatan, yaitu lipatan tegak, miring, rebah, menggantung, isoklin, dan kelopak.

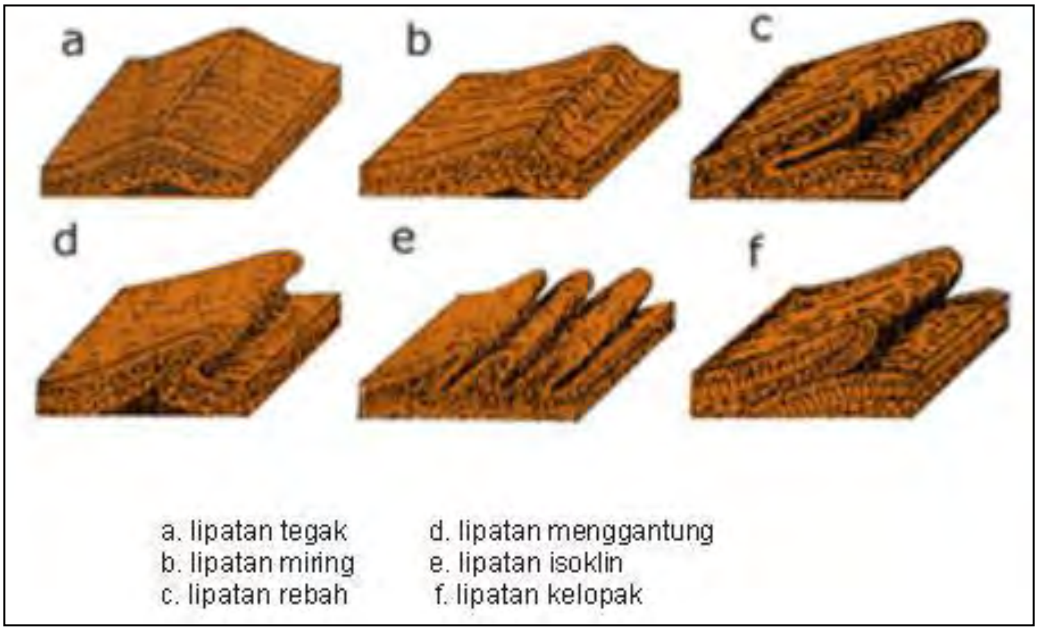
Patahan yaitu gerakan pada lapisan bumi yang sangat besar dan berlangsung dalam waktu yang sangat cepat, sehingga menye-babkan lapisan kulit bumi retak atau patah. Bagian muka bumi yang mengalami patahan seperti graben dan horst. Horst adalah permukaan bumi yang relatif naik, terjadi akibat adanya pengangkatan. Graben adalah bagian permukaan bumi yang relatif turun, terjadi bila blok batuan mengalami penurunan.



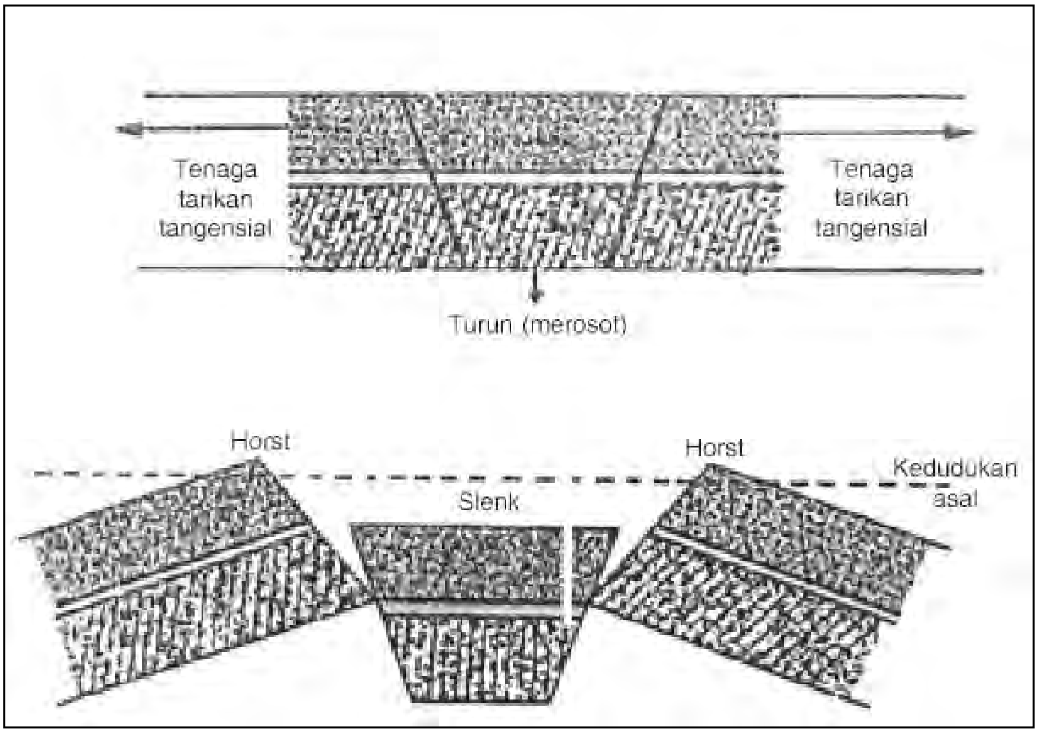
Gambar 5.1. Kompresi pada batuan sedimen



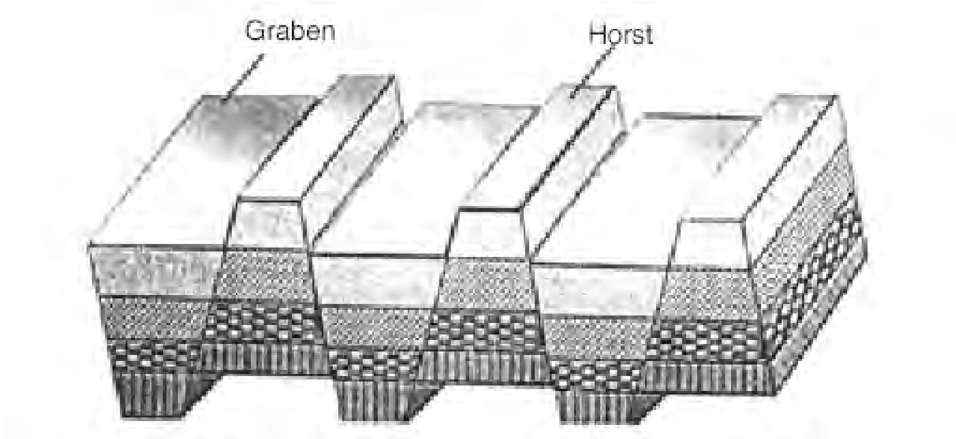
Gambar 5.2. Perlipatan batuan sedimen



Gambar 5.3 . Beragam jenis struktur lipatan



Gambar 5.4. Proses peregangan dan pembentukan graben-horst



Gambar 5.5. Graben dan Horst

B. Gerak epirogenetik

Gerak epirogenetik yaitu gerak yang dapat menimbulkan per-mukaan bumi seolah turun atau naik, disebabkan oleh gerakan di bumi yang lambat dan meliputi

daerah yang luas. Gerak epirogenetik di bedakan menjadi dua, yaitu gerak epirogenetik positif dan gerak epirogenetik negatif.

1. Gerak epirogenetik positif adalah gerakan permukaan bumi turun dan seolah-olah permukaan air laut naik. Contoh, turunnya pulau-pulau di kawasan Indonesia Timur (Kepulauan Maluku dan kepu-lauan Banda).
2. Gerak epirogenetik negatif adalah gerakan permukaan bumi seolah-olah permukaan bumi naik dan seolah-olah permukaan air turun. Contoh, naiknya dataran tinggi Colorado. Supaya lebih jelas, lihatlah gambar di bawah ini.



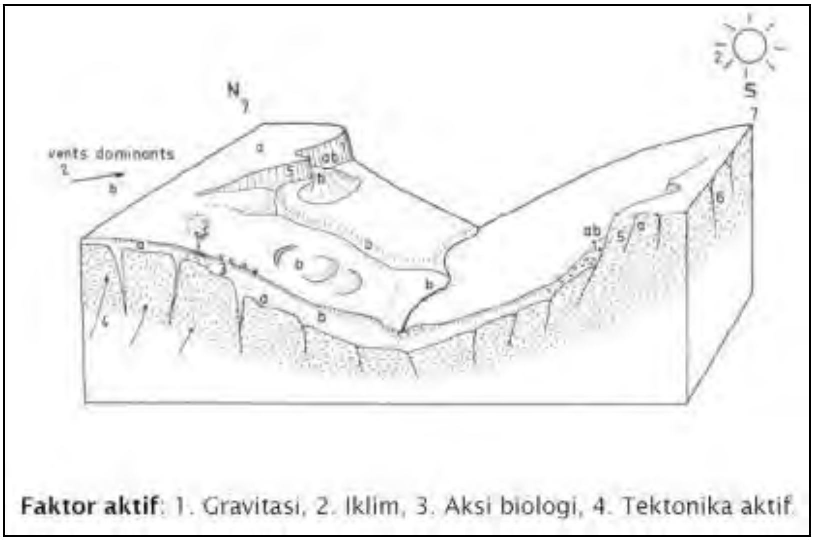
Gambar 5.6. Efek gerak epirogenetik

Struktur geologi yang dimak-sud adalah struktur yang terbentuk setelah batuan terbentuk dan merupakan hasil deformasi akibat gaya yang bekerja pada batuan dalam waktu yang panjang. Defor-masi pada batuan dan kulit bumi dapat berlangsung baik secara rapuh (*brittle*) ataupun secara menerus (*ductil*).

Struktur-struktur yang dihasil-kan dapat berupa kekar (*joint*), sesar (*fault*), lipatan (*fold*), foliasi (*foliation*), dan liniasi (*lineation*). Kehadiran kekar, sesar dan foliasi pada batuan bisa memperlemah kekuatan (*strength*) batuan, sedang-kan pergeseran sesar (tektonik) dapat menimbulkan gempa bumi, tsunami, ataupun perubahan topografi sehingga suatu daerah pantai bisa tenggelam ataupun di tempat lain terjadi tanah longsor yang bisa membentuk bendung alam suatu aliran sungai sehingga mengakibatkan banjir. Itu semua boleh dikatakan merupakan proses alam biasa, tetapi jika sudah ada unsur manusia di dalamnya, termasuk infrastruktur, maka baru-lah hal tersebut disebut bencana. Di dalam manajemen bencana, usaha untuk meminimalkan dampak ne-gatif suatu peristiwa dimasukkan sebagai usaha mitigasi.

Permukaan bumi merupakan wilayah interaksi antara proses yang berasal dari dalam bumi (proses pembentukan batuan dan struktur geologi) dengan proses asal

luar (siklus hidrologi, angin, dan iklim). Hasil dari interaksi tersebut di permukaan bumi dijumpai kenam-pakan gunung, bukit, lembah, tebing yang curam, dataran luas, *plateau*, yang biasa disebut sebagai bentang alam.



Gambar 5.7. Dinamika proses di permukaan bumi
(Campy & Macaire, 1989)

Klasifikasi bentang alam secara umum didasarkan kepada kelerengan dan letak ketinggiannya (diukur dari muka laut). Muka air laut dianggap sebagai batas ekuilibrium. Jika suatu wilayah berada di atas muka air laut cenderung akan terjadi erosi, sedangkan di bawah muka air laut akan terjadi sedimentasi. Le-reng sebagai salah satu kenam-pakan penting di dalam bentang alam, di dalam waktu yang panjang akan berevolusi dan material permukaan pada lereng akan bergerak turun karena gaya gravitasi.

Faktor-faktor dinamik proses pembentukan bentang alam dapat dibedakan menjadi faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif berkaitan erat dengan keadaan lapisan bawah permukaan dan produknya di bagian permukaan. Hal ini sangat dipe-ngaruhi oleh jenis litologi (batuan), kemiringan perlapisannya (perla-pisan tegak, miring ataupun men-datar), strukturnya (banyak terdapat rekahan), dan posisinya di dalam bentang alam (pada lembah, tebing ataupun puncak). Faktor aktif ber-kaitan erat dengan agent erosi, yaitu: iklim, tektonika aktif (gempa bumi), dan perubahan sudut kele-rengan, serta proses biologi.

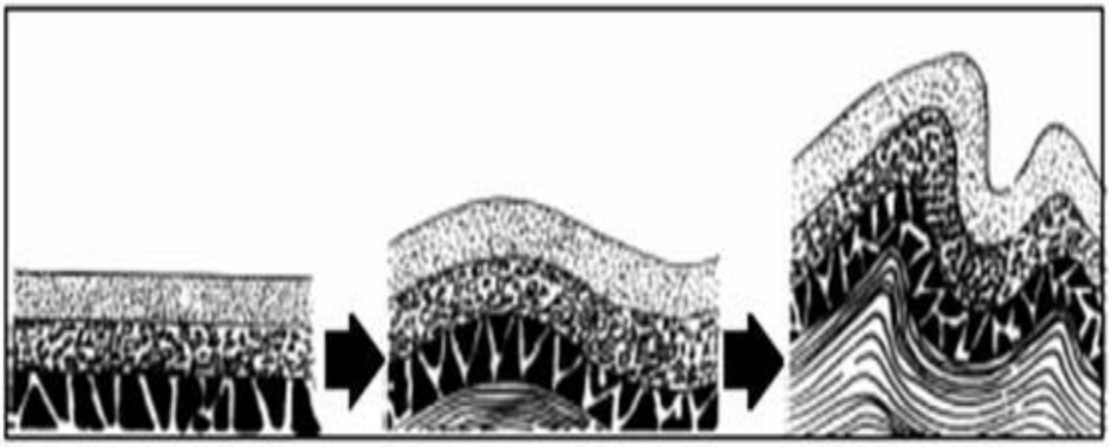
BAB 6

PEGUNUNGAN

A. Pegunungan

1. Pegunungan Lipatan

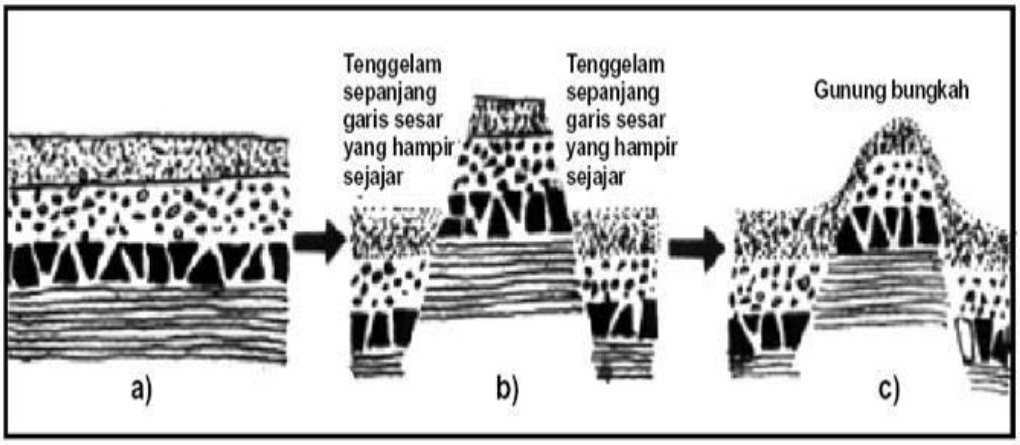
Pegunungan lipatan disebab-kan oleh terlipatnya lapisan (strata) sedimen yang besar karena tekanan dari dalam bumi. Akibat proses pelipatan ini, lebar lapisan sedimen menciut sedangkan tebalnya bertambah. Lapisan sedimen yang terlipat itu disebut lipatan atas atau disebut juga *antiklinal*. Sedangkan lapisan sedimen yang terlipat ke bawah dinamakan lipatan bawah atau *sinklinal*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 6.1. Terbentuknya pegunungan lipatan

2. Pegunungan oleh pengangkatan kerak bumi

Ada pegunungan yang di-sebabkan oleh pengangkatan kerak bumi. Pengangkatan kerak bumi ini khususnya terjadi sepanjang garis sesar atau garis retakan. Oleh karena itu gunung ini disebut gunung bongkah atau *horst*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 6.2. Pegunungan bongkah

3. Pegunungan Sisa

Pegunungan ini terjadi apabila pegunungan yang tinggi terkikis oleh peristiwa denudasi dalam jangka waktu yang lama. Gunung semacam ini sering juga disebut gunung denudasi atau gunung relik. Denudasi adalah peristiwa terbukanya atau terkelupasnya batuan asli akibat tenaga eksogen.

4. Dataran Tinggi

Dataran luas yang letaknya di daerah tinggi atau pegunungan disebut dataran tinggi. Dataran tinggi terbentuk sebagai hasil erosi dan sedimentasi. Dataran tinggi dinamakan juga plato (*plateau*), misalnya Dataran Tinggi Dekkan, Dataran Tinggi Gayo, Dataran Tinggi Dieng, Dataran Tinggi Malang, atau Dataran Tinggi Alas. Dataran tinggi bisa juga terjadi oleh bekas Kaldera luas, yang tertimbun material dari lereng gunung sekitarnya. Misalnya Dataran Tinggi Dieng (Jawa Tengah).

5. Dataran Rendah

Dataran rendah adalah tanah yang keadaannya relatif datar dan luas sampai ketinggian sekitar 200 m dari permukaan laut. Tanah ini biasanya ditemukan di sekitar pantai, tetapi ada juga yang terletak di pedalaman. Di Indonesia banyak dijumpai dataran rendah, misalnya pantai timur Sumatera, pantai utara Jawa Barat, pantai selatan Kalimantan, Irian Jaya bagian barat, dan lain-lain. Dataran rendah terjadi akibat proses sedimentasi. Di Indonesia dataran rendah umumnya hasil sedimentasi sungai. Dataran rendah ini disebut dataran aluvial. Dataran aluvial biasanya ber-hadapan dengan pantai landai dan laut dangkal. Dataran ini biasanya tanahnya subur, sehingga pendu-duknya lebih padat bila dibandingkan dengan daerah pegunungan.

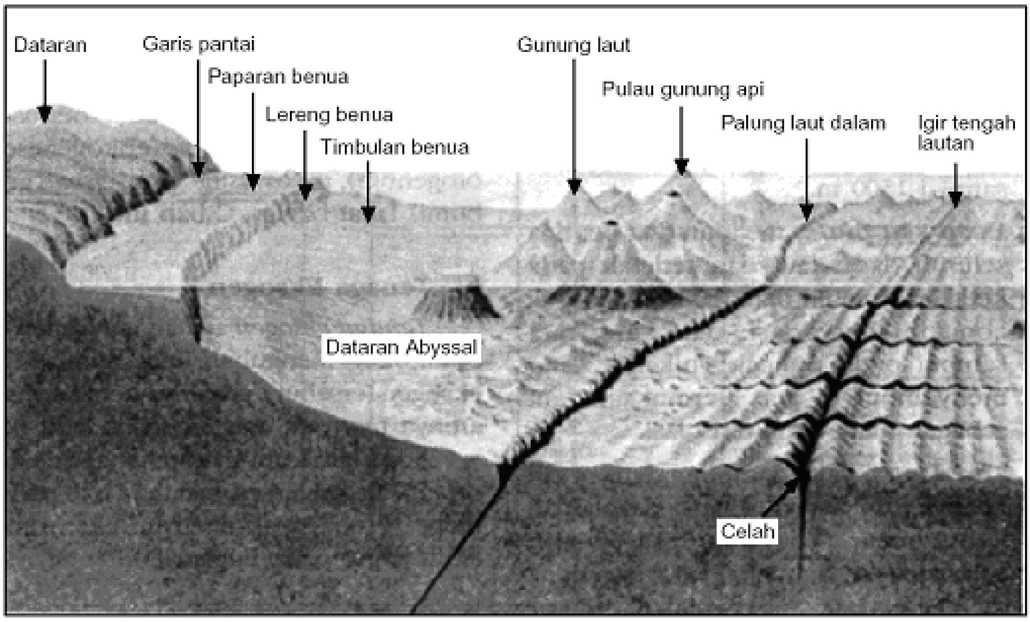
Lembah adalah daerah rendah yang terletak di antara dua pegunungan atau dua gunung. Lembah juga merupakan daerah yang mempunyai kedudukan lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya. Lembah di daerah pegunungan lipatan sering disebut sinklin. Lembah di daerah pegunungan patahan disebut *graben* atau *slenk*. Sedangkan lembah di daerah yang bergunung-gunung disebut lembah antar pegunungan.

B. Bentuk Muka Bumi di Lautan

Pernahkah Anda menyelam sampai ke dasar laut? Jika pernah, tentunya anda bisa berceritera bahwa seperti halnya di daratan, bentuk muka bumi di lautan juga tidak rata. Relief dasar laut tidak begitu besar variasinya diban-dingkan dengan relief daratan. Hal ini disebabkan karena lemahnya erosi dan sedimentasi. Relief dasar laut terdiri dari bentukan-bentukan berupa:

- Palung laut adalah daerah ingressi di laut yang bentuknya memanjang. Contohnya, Palung Mindanau (10.830 meter), Palung Sunda (7.450 meter), dan sebagainya.
- Lubuk laut terjadi akibat tenaga tektonik, merupakan laut ingressi dan bentuknya bulat. Contohnya, Lubuk Sulu, Lubuk Sulawesi, Lubuk Banda, dan sebagainya.

- Gunung laut adalah gunung yang kakinya ada di dasar laut. Kadang-kadang puncak gunung laut muncul tinggi di atas laut. Contohnya, Gunung Krakatau, Maona Loa di Hawaii.
- Punggung laut merupakan satuan atau deretan bukit di dalam laut. Contohnya, punggung laut Sibolga.
- Ambang laut atau drempel adalah punggung laut yang memisahkan dua bagian laut atau dua laut yang dalam. Contohnya, Ambang Laut Sulu, Ambang Laut Sulawesi, Ambang Laut Gibraltar, dan sebagainya. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 6.3. Relief dasar laut

Secara umum dasar laut terdiri atas empat bagian. Pembagian ini dimulai dari bagian daratan menuju ke tengah laut, adalah sebagai berikut:

- Landasan benua *(continental shelf)*

  Landasan benua adalah dasar laut yang berbatasan dengan benua. Di dasar laut ini sering ditemukan juga lembah yang menyerupai sungai. Lembah beberapa sungai yang terdapat di sini merupakan bukti bahwa dulunya landasan benua meru-pakan bagian daratan yang kemudian tenggelam.
- Lereng benua *(continental slope)*

Lereng benua biasanya terdapat di pinggir landasan benua. Daerah ini bisa mencapai kedalaman 1.500 m dengan sudut kemiringan biasanya tidak lebih dari 5 derajat.

- *Deep Sea Plain*

  Deep sea plain meliputi dua pertiga seluruh dasar laut dan terletak pada kedalaman lebih dari 1.500 m, biasanya relief di daerah ini bervariasi, mulai dari yang rata sampai pada puncak vulkanik yang menyembul di atas permukaan laut sebagai pulau yang terisolasi.

- *The Deeps*

  The deeps merupakan kelanjutan dari *deep sea plain*. Hanya sebagian kecil dasar lautan sebagai *the deeps*. *The deeps* adalah dasar laut dengan ciri adanya palung laut dan mencapai kedalaman yang besar, misalnya di Samudera Pasifik mencapai kedalaman 7.500 m.

C. Denudasi

Anda telah mempelajari te-naga endogen yang bersifat membangun dan berasal dari dalam bumi. Pada kegiatan ini akan dibahas tentang tenaga eksogen. Tenaga eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar bumi dan bersifat merusak berupa air, gletser maupun sinar matahari. Peng-rusakan bentuk muka bumi oleh tenaga eksogen berupa pela-pukan,pengikisan (erosi) dan pengendapan.

BAB 7

MAGMA DAN VULKANISME

A. Magmatik dan Vul-kanisme

Mengapa bentuk permukaan bumi tidak merata? Hal ini disebabkan karena adanya pe-ngaruh dari luar bumi dan dalam bumi itu sendiri. Pengaruh dari dalam bumi berupa suatu tenaga yang sangat besar sehingga dapat membentuk muka bumi yang beraneka ragam. Tenaga yang berasal dari dalam bumi disebut endogen. Tenaga yang berasal dari luar bumi disebut tenaga eksogen. Tenaga eksogen bersifat merusak bentuk bentuk permukaan bumi yang dibangun oleh tenaga endogen. Tenaga endogen meliputi tektonisme, vulkanisme dan seisme. Tenaga eksogen antara lain meliputi pelapukan (*weathering*), erosi (pengikisan), dan pengendapan.

1. Gejala vulkanisme

Vulkanisme yaitu peristiwa yang berkaitan dengan naiknya magma dari dalam perut bumi. Magma adalah campuran batu-batuan dalam keadaan cair, liat, serta sangat panas yang berada dalam perut bumi. Aktivitas magma disebabkan oleh tingginya suhu magma dan banyaknya gas yang terkandung didalamnya sehingga dapat terjadi retakan-retakan dan pergeseran lempeng kulit bumi. Magma dapat berbentuk gas padat dan cair. Proses terjadinya vul-kanisme dipengaruhi oleh aktivitas magma yang menyusup ke litosfer (kulit bumi). Apabila penyusupan magma hanya sebatas di kulit bumi bagian dalam dinamakan intrusi magma. Sedangkan penyusupan magma sampai keluar ke per-mukaan bumi disebut ekstrusi magma.

2. Intrusi magma

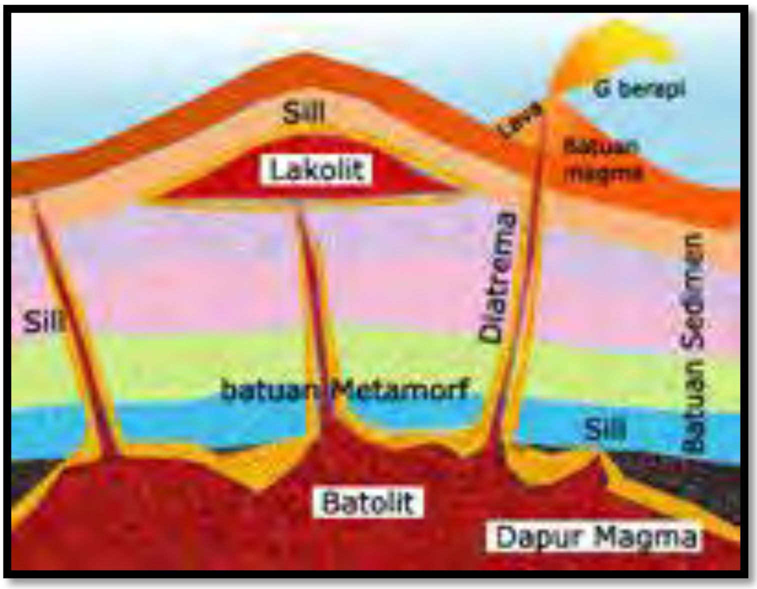
Intrusi magma adalah peris-tiwa menyusupnya magma di antara lapisan batuan, tetapi tidak mencapai permukaan bumi. Intrusi magma dapat dibedakan menjadi empat, yaitu:

a. Intrusi datar (sill atau lempeng intrusi), yaitu magma menyusup diantara dua lapisan batuan, mendatar dan paralel dengan lapisan batuan tersebut.
b. Lakolit, yaitu magma yang menerobos di antara lapisan bumi paling atas. Bentuknya seperti lensa cembung.
c. Gang (korok), yaitu batuan hasil intrusi magma yang menyusup dan membeku di sela-sela lipatan (korok).
d. Diatrema adalah lubang (pipa) di antara dapur magma dan kepundan gunungapi bentuknya seperti silinder memanjang.

3. Ekstrusi magma

Ekstrusi magma adalah peristiwa penyusupan magma hing-ga keluar permukaan bumi dan membentuk gunungapi. Hal ini terjadi bila tekanan gas cukup kuat dan ada retakan pada kulit bumi. Ekstrusi magma dapat di bedakan menjadi:

- Erupsi linier, yaitu magma keluar melalui retakan pada kulit bumi, berbentuk kerucut gunungapi.
- Erupsi sentral, yaitu magma yang keluar melalui sebuah lubang permukaan bumi dan membentuk gunung yang letaknya tersendiri.
- Erupsi areal, yaitu magma yang meleleh pada permukaan bumi karena letak magma yang sangat dekat dengan permukaan bumi, sehingga terbentuk kawah gunungapi yang sangat luas.



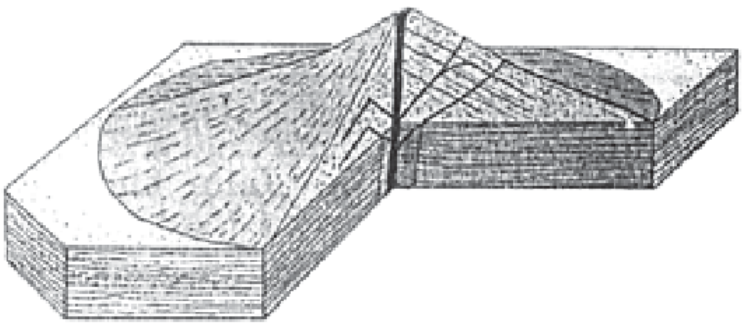
Gambar 7.1. Gejala vulkanisme

Gunung merupakan tonjolan pada kulit bumi yang terdiri dari lereng dan puncak. Rangkaian dari gunung-gunung membentuk pegunungan. Gunung dan pegunungan terbentuk karena adanya tenaga endogen. Apabila suatu tempat di permukaan bumi yang pernah atau masih mengeluarkan magma maka terbentuklah gunungapi.

Berdasarkan tipe letusan, gunungapi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu gunungapi strato, maar, dan perisai.

a. Gunungapi strato

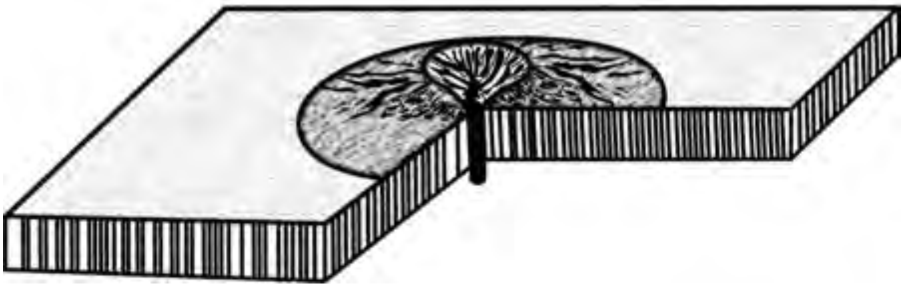
Kebanyakan gunungapi di dunia merupakan gunungapi strato (kerucut). Letusan pada gunungapi kerucut termasuk letusan kecil. Letusan dapat berupa lelehan batuan yang panas dan cair. Seringnya terjadi lelehan menyebabkan lereng gunung berlapis lapis. Oleh karena itu, gunungapi ini disebut gunungapi strato. Sebagian besar gunungapi di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Maluku, termasuk gunungapi kerucut.



Gambar 7.2. Gunungapi strato

b. Gunungapi maar

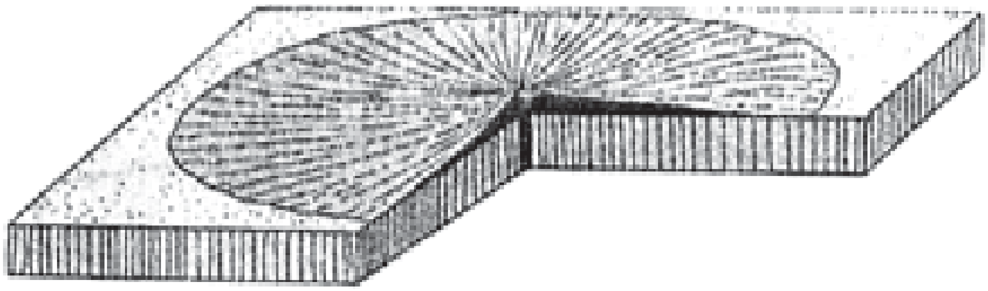
Bentuk gunungapi maar seperti danau kering. Jenis gunung api maar tidak banyak. Gunungapi ini terbentuk karena ada letusan besar yang membentuk lubang besar pada puncak yang di sebut kawah. Gunungapi maar memiliki corong. Contohnya Gunung La-mongan di Jawa Timur dengan kawahnya Klakah.



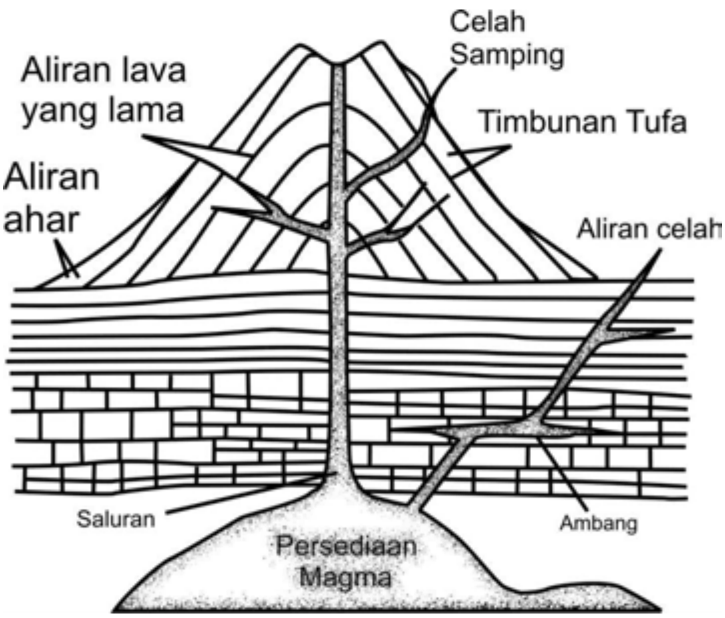
Gambar 7.3. Gunungapi maar

c. Gunungapi perisai

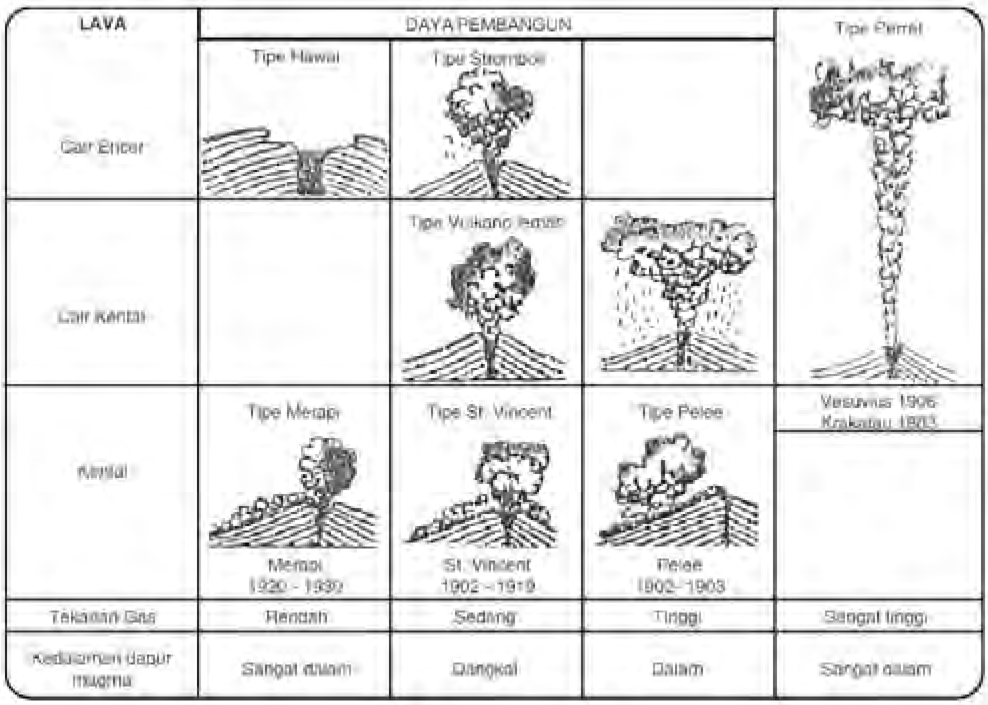
Di Indonesia tidak ada gunung yang berbentuk perisai. Gunung api perisai contohnya Maona Loa Hawaii, Amerika Serikat. Gunung api perisai terjadi karena magma cair keluar dengan tekanan rendah hampir tanpa letusan. Lereng gunung yang terbantuk menjadi sangat landai.



Gambar 7.4. Gunungapi perisai



Gambar 7.5. Proses magmatik dan vulkanisme



Gambar 7.6. Tipe letusan gunungapi

Pada umumnya bentuk gunungapi di Indonesia adalah strato (kerucut). Gunungapi yang pernah meletus, umunya berpuncak datar. Oleh karena itu, di Indonesia sering terjadi peristiwa gunung meletus. Magma yang keluar ke permukaan bumi ada yang padat cair dan gas. Material yang digunakan oleh gunungapi tersebut, antara lain:

- Eflata (material padat) berupa lapili, kerikil, pasir dan debu.
- Lava dan lahar, berupa material cair.
- Eksalasi (gas) berupa nitrogen belerang dan gas asam.

Ciri-ciri gunungapi yang akan meletus, antara lain:

- Suhu di sekitar gunung naik.
- Mata air mejadi kering.
- Sering mengeluarkan suara gemuruh, kadang-kadang disertai getaran (gempa).
- Tumbuhan di sekitar gunung layu.
- Binatang di sekitar gunung bermigrasi.

Tanda-tanda ini menandakan intrusi magma yang terus mendesak ke permukaan, apabila desakan ini cukup kuat, yang terjadi adalah letusan gunungapi. Setelah terjadi letusan, gunung itu mengalami istirahat, tetapi aktivitas gunung tersebut masih berlangsung. Oleh karena itu, suatu saat gunungapi tersebut dapat mengeluarkan tanda-tanda aktif kembali. Material vulkanik yang terdapat pada gunungapi setelah meletus (post vulkanik), antara lain:

1) Terdapatnya sumber gas H_2S, H_2O, dan CO_2.
2) Sumber air panas atau geyser.

   Sumber gas ini ada yang sangat berbahaya bagi kehidupan. Bahkan dapat mematikan misal-nya yang terjadi pada Kawah Sinila (Dieng). Di samping ber-bahaya, gejala post vulkanik bermanfaat juga bagi kehidupan manusia. Bahkan dapat juga dijadikan objek wisata, misalnya air panas dan kawah gunungapi.
3) Danau vulkanik

   Setelah gunungapi meletus, ke-pundannya yang kedap air dapat menampung air dan membentuk danau. Danau vulkanik adalah danau yang terbentuk akibat letusan gunung yang kuat sehingga menghancurkan ba-gian puncaknya, kemudian membentuk sebuah cekungan besar. Cekungan ini dapat menampung

air dan membentuk danau. Contoh danau vulkanik, antara lain danau di puncak Gunung Lokon di Sulawesi Utara dan Danau Kelimutu di Flores.

B. Manfaat dan kerugian vulkanisme

Peristiwa vulkanik selain mem-berikan manfaat juga dapat menimbulkan kerugian harta benda maupun jiwa. Keuntungan yang kita peroleh setelah vulkanisme berlang-sung antara lain:

- Objek wisata berupa kawah (kawah Gunung Bromo), sumber air panas yang memancar (Yellowstone di Amerika Serikat, dan Cisolok di Pelabuhan Ratu), sumber air mineral (Maribaya di Jawa Barat dan Baturaden di Jawa Tengah).
- Sumber energi panas bumi misalnya di Kamojang, Jawa Barat.
- Tanah subur yang akan diperoleh setelah beberapa tahun kemudian.

Kerugian yang kita alami terutama adalah korban jiwa dan harta benda, karena:

- Gempa bumi yang dapat ditimbulkanya dapat merusak bangunan.
- Kebakaran hutan akibat aliran lava pijar.
- Tebaran abu yang sangat tebal dan meluas dapat merusak kesehatan dan mengotori sarana yang ada.

1. Gejala pasca vulkanisme

Jika anda tinggal di dekat gunungapi, mungkin pernah mengalami ketika gunung meletus. Tentunya anda bisa berceritera apa yang terjadi ketika gunung itu meletus, mengerikan, menakutkan, atau mungkin membingungkan ketika anda berlari mencari pertolongan? Begitu pula setelah gunung itu meletus, apa yang terjadi di sekitar daerah gunung tersebut?

Pada saat gunungapi meletus, memuntahkan bahan material dari perut bumi ke permukaan bumi. Bahan yang dikeluarkan gunungapi yang meletus bisa mengeluarkan wujud padat, wujud cair, dan gas. Wujud padat seperti batu besar, batu kecil, pasir, abu, dan batu apung. Wujud cair bisa berupa lava (aliran magma ke permukaan bumi dengan suhu tinggi) dan lahar panas (lumpur panas campuran lava dan air). Sedangkan wujud gas bisa berupa gas belerang, gas nitrogen, gas asam arang, dan uap air.

Gunungapi melakukan aktivi-tasnya mulai kegiatan yang lemah, meningkat menjadi lebih kuat, sampai pada suatu waktu mencapai puncaknya yaitu letusan. Namun sebuah gunungapi akhirnya akan berhenti dari kegiatannya. Gunungapi seperti ini biasanya dinyatakan telah mati.

Gunungapi yang dinyatakan mati bukan berarti hilang seluruh kegiatannya. Di sini magma dalam periode pendinginan, masih tetap menunjukkan sisa kegiatannya. Kegiatan itu sering disebut gejala pasca vulkanik. Pasca vulkanik ini dapat dibedakan dalam beberapa bentuk gejala antara lain sumber gas, sumber air panas, sumber air mineral (mahdani), dan geyser.

a. Sumber gas

Gas yang dikeluarkan bisa berupa sumber gas belerang (solfatar), sumber gas uap air atau zat lemas, dan sumber gas asam arang atau disebut mofet. Gas belerang banyak ditemukan di kepundan gunungapi.

Sumber uap air (fumarol) yang keluar dengan tekanan tinggi dikenal sebagai tenaga geotermal. Sumber uap air ini bisa digunakan untuk pembangkit tenaga listrik, misalnya di Kamojang Jawa Barat, Dieng Jawa Tengah, dan lain-lain. Sedangkan gas asam arang sangat berbahaya karena dapat mematikan mahluk hidup.

Sumber gas asam arang dapat muncul sembarang waktu di kepundan gunungapi manapun. Oleh karena itu biasanya petugas Dinas Pengawasan Gunungapi

dari posnya di sekitar gunung, bisa memantau secara terus menerus kegiatan gunungapi tersebut, sehingga dapat memperingatkan penduduk setempat ketika gunung mengeluarkan gas beracun tersebut.

Namun ada kalanya gas racun ini keluar secara tiba-tiba, seperti yang terjadi tahun 1979 di kawah Timbangan dan Nila di kawasan Dieng Jawa Tengah yang menewaskan sekitar 149 jiwa.

b. Sumber air panas

Air tanah berasal dari hujan yang meresap ke dalam tanah. Begitu pula di gunungapi, air hujan meresap ke dalam bergerak ke bagian yang lebih dalam dan mendekati batuan yang masih panas (sisa kegiatan vulkanik). Akibatnya air menjadi panas, bahkan sampai mendidih. Melalui celah-celah batuan di bagian bawah air itu keluar sebagai mata air panas. Misalnya, sumber air panas di Garut dan Cianjur Jawa Barat, Baturaden Jawa Tengah, Tretes Jawa Timur, dan di tempat lainnya.

c. Sumber air mineral

Seperti halnya sumber air panas, sumber air mineral terjadi karena pemanasan air oleh sisa kegiatan vulkanik. Namun dalam sumber air ini terlarut zat kimia produk gunungapi, sehingga air itu mengandung belerang atau zat kimia lain. Sumber air mineral ini banyak ditemukan di daerah sekitar gunungapi yang aktif atau yang sudah istirahat, misalnya di Maribaya dan Ciater sekitar gunung Tangkuban Perahu Jawa Barat.

d. Geyser

Geyser adalah sumber mata air panas yang memancar secara berkala. Geyser terjadi karena gas panas yang asalnya dari magma memanaskan bagian bawah air yang terdapat dalam celah di dalam bumi. Uap air yang terjadi tidak dapat mengadakan sirkulasi sampai ke permukaan bumi sehingga terjadilah akumulasi uap air setempat. Ketika ada jalan keluar ke permukaan bumi terjadilah pancaran air dengan suhu yang cukup tinggi. Contoh geyser yang sangat terkenal terdapat di Yellow Stone National Park California Amerika Serikat.

BAB 8
PELAPUKAN BATUAN

Pelapukan atau *weathering* merupakan perusakan batuan pada kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembaban, atau angin). Karena itu pelapukan adalah penghancuran batuan dari bentuk gumpalan menjadi butiran yang lebih kecil bahkan menjadi hancur atau larut dalam air. Pelapukan dibagi dalam tiga macam, yaitu pelapukan mekanis, pelapukan kimiawi, dan pelapukan biologis. Masing-masing jenis pe-lapukan ini dibahas secara lebih detail berikut ini.

A. Pelapukan fisik dan mekanik

Pada proses ini batuan akan mengalami perubahan fisik baik bentuk maupun ukuranya. Batuan yang besar menjadi kecil dan yang kecil menjadi halus. Pelapukan ini di sebut juga pelapukan mekanik sebab prosesnya berlangsung secara mekanik.

Penyebab terjadinya pela-pukan mekanik, yaitu:

- Adanya perbedaan temperatur yang tinggi. Peristiwa ini terutama terjadi di daerah yang beriklim kontinental atau beriklim gurun. Di daerah gurun temperatur pada siang hari dapat mencapai 50°C. Pada siang hari bersuhu tinggi atau panas. Batuan menjadi mengembang, pada malam hari saat udara menjadi dingin, batuan mengerut. Apabila hal itu terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan batuan pecah atau retak-retak.
- Pembekuan air di dalam batuan. Jika air membeku maka volumenya akan mengembang. Pengembangan ini menimbulkan tekanan, karena tekanan ini batu-batuan menjadi rusak atau pecah pecah. Pelapukan ini terjadi di daerah yang beriklim sedang dengan pembekuan hebat.

- Berubahnya air garam menjadi kristal. Jika air tanah mengandung garam, maka pada siang hari airnya menguap dan garam akan mengkristal. Kristal garam ini tajam sekali dan dapat merusak batuan pegunungan di sekitarnya, terutama batu karang di daerah pantai.



Gambar 8.1. Pelapukan batuan akibat perbedaan temperatur yang ekstrim



Gambar 8.2. Salah satu batuan yang mengalami proses pelapukan mekanik

B. Pelapukan organik

Penyebabnya adalah proses organisme yaitu binatang, tumbuhan dan manusia. Binatang yang dapat melakukan pelapukan antara lain cacing tanah dan serangga. Di batu-batu karang daerah pantai sering terdapat lubang-lubang yang dibuat oleh binatang. Pengaruh yang disebabkan oleh tumbuh tumbuhan ini dapat bersifat mekanik atau kimiawi. Pengaruh sifat mekanik yaitu berkembangnya akar tumbuh-tumbuhan di dalam tanah yang dapat merusak tanah di sekitarnya. Pengaruh zat kimiawi yaitu berupa zat asam yang dikeluarkan oleh akar-akar serat makanan menghisap garam makanan. Zat asam ini merusak batuan sehingga garam-garaman mudah diserap oleh akar. Manusia juga berperan dalam pelapukan melalui aktivitas pene-bangan pohon, pembangunan, maupun penambangan.

C. Pelapukan kimiawi

Pada pelapukan ini batu-batuan mengalami perubahan kimiawi yang umumnya berupa pengelupasan. Pelapukan kimiawi tampak jelas terjadi pada pegunungan kapur (karst). Pelapukan ini berlangsung dengan bantuan air dan suhu yang tinggi. Air yang banyak mengandung CO_2 (zat asam arang) dapat dengan mudah melarutkan batu kapur ($CaCO_3$). Peristiwa ini merupakan pelarutan dan dapat menimbulkan gejala karst. Di Indonesia pelapukan yang banyak terjadi adalah pelapukan kimiawi. Hal ini karena di Indonasia banyak turun hujan. Air hujan inilah yang memudahkan terjadinya pelapukan kimiawi.

Gejala atau bentuk - bentuk alam yang terjadi di daerah karst diantaranya:

a. Dolina, adalah lubang lubang yang berbentuk corong. Dolina dapat terjadi karena erosi, pelarutan, atau karena runtuhan. Dolina terdapat hampir di semua bagian pegunungan kapur di Jawa bagian selatan, yaitu di Pegunungan Sewu.



Gambar 8.3. Dolina

b. Gua dan sungai di dalam tanah. Di dalam tanah kapur mula-mula terdapat celah atau retakan. Retakan akan semakin besar dan membentuk gua-gua atau lubang-lubang, karena pengaruh larutan. Jika lubang-lubang itu ber-hubungan, akan terbentuklah sungai-sungai di dalam tanah.



Gambar 8.4. Gua dan sungai bawah tanah

c. Stalaktit adalah kerucut-kerucut kapur yang bergantungan pada atap gua. Terbentuk dari kapur akibat udara masuk dalam gua. Stalakmit adalah kerucut-kerucut kapur di dasar gua. Contohnnya stalaktit dan stalakmit di Gua Tabuhan dan Gua Gong di Paci-tan (Jawa Timur) dan Gua jatijajar di Kebumen (Jawa Tengah).



Gambar 8.5. Stalaktit yang di atas stalakmit yang di bawah dalam gua

Anda mungkin berpikir bahwa jurang dan juga sungai yang berkelok kelok telah terjadi sejak awal. Padahal jurang tejadi karena adanya proses pengikisan, sedangkan sungai yang berkelok kelok selain disebabkan karena pengikisan, juga merupakan hasil pengendapan oleh tenaga air.

BAB 9

EROSI DAN SEDIMENTASI

A. Bentang Alam Akibat Proses Erosi

Erosi sering disebut juga pengikisan. Erosi adalah proses pengikisan terhadap batuan yang dilakukan oleh air, angin, atau gletser. Air hujan bisa mengikis permukaan tanah terutama yang gundul. Tanah itu bersama air mengalir ke sungai. Air sungai juga dapat mengikis tepi atau bagian dasar sungai. Akibat pengikisan pada tepi sungai menyebabkan sungai menjadi berkelok-kelok dan melebar. Sedangkan pengikisan ke dasar sungai bisa menyebabkan sungai bertambah dalam.

Air laut juga bisa menye-babkan erosi. Apabila diperhatikan sekitar pantai, ombak atau gelombang laut selalu menerjang tepi pantai, mengikis sedikit demi sedikit tepi pantai. Pengikisan batuan oleh air laut itu disebut abrasi. Jika air atau gelombang yang mengikis batuan itu membawa material pasir atau batu kecil, maka tenaga pengikisannya akan bertambah kuat. Angin bisa menye-babkan terkikisnya batuan. Angin dengan hembusannya disertai dengan material yang diangkutnya di daerah gurun menabrak gunung-gunung batu, sehingga bisa berubah menjadi patung-patung alam. Pengikisan batuan oleh angin ini disebut korasi.Gletser adalah es yang mengalir secara lambat. Gletser ini juga bisa menyebabkan pengikisan. Gletser dengan kemam-puan mengikisnya (erosi glasial) dapat merubah palung sungai berbentuk V menjadi berbentuk U.

Air yang mengalir menim-bulkan gesekan terhadap tanah dan batuan yang dilaluinya. Gesekan akan semakin besar jika kecepatan dan jumlah air semakin besar. Kecepatan air juga akan semakin besar jika gradien (kemiringan) lahan juga besar. Gesekan antara air dengan tanah atau batuan di dasar sungai dan gesekan antara benda-benda padat yang terangkut air dapat menyebabkan terjadinya pengikisan. Pengikisan oleh air sungai yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan terbentuk lembah berbentuk ”v”, jurang atau ngarai, aliran deras dan air terjun.

d. Lembah. Apabila kecepatan aliran air di dasar sungai cepat maka akan terjadi pengikisan di dasar sungai atau sering di sebut erosi vertikal. Apabila aliran air yang cepat terjadi di tepi sungai maka akan manyebabkan terjadinya pengikisan ke arah

samping atau erosi ke samping. Hasil erosi vertikal, sungai semakin lama semakin dalam, sedangkan erosi ke samping menyebabkan sungai samakin lebar. Erosi vertikal membentuk huruf ”v”. Contoh lembah Aria, Ngarai Sianok serta Grand Canyon di Amerika Serikat.



Gambar 9.1. Lembah

e. Jurang. Perhatikan adanya sungai yang sangat dalam dan sempit. Bentang alam seperti itu termasuk jurang. Jurang terbentuk jika pengikisan terjadi pada batuan yang resisten. Batuan resisten yang ada di kanan kiri sungai tidak mudah terkikis oleh air, sedangkan erosi veritikal terus berlangsung. Oleh karena itu erosi vertikal berlangsung lebih cepat dibandingkan erosi ke samping. Akibatnya, dinding sungai sangat miring atau cenderung vertikal dan dasar sungai dalam. Bahan yang resisten adalah batuan yang keras dan tidak mudah terkikis air.



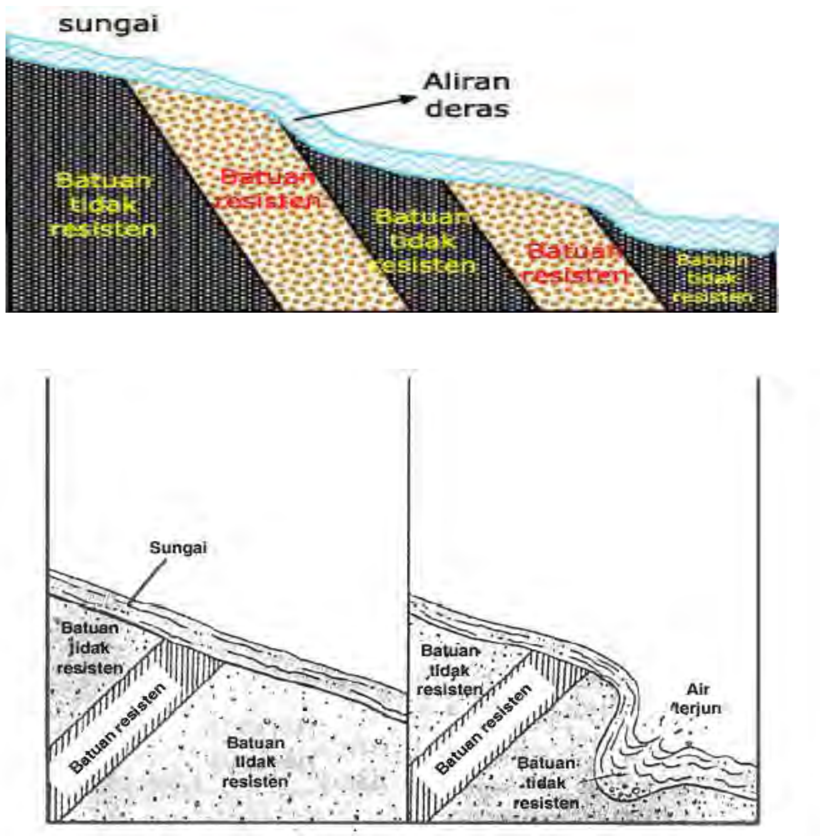
Gambar 9.2. Jurang

f. Aliran deras. Kadang kala kita temui sungai yang pada beberapa bagiannya sangat deras, sedangkan bagian yang lain tidak deras. Aliran air sungai yang deras terbentuk dari adanya jenis batuan yang selang-seling antara batuan yang resisten dan batuan yang tidak resisten di dasar sungai. Saat air melewati batuan yang resisten, air akan sulit melakukan pengikisan, akibatnya dasar sungai menjadi tidak rata. Pada saat air melewati batuan yang tidak resisten, terjadi turbulensi dan terbentuk seperti air terjun pendek yang alirannya deras. Bentang alam seperti ini disebut *rapid* atau aliran deras.



Gambar 9.3. Sungai dengan alirannya yang deras

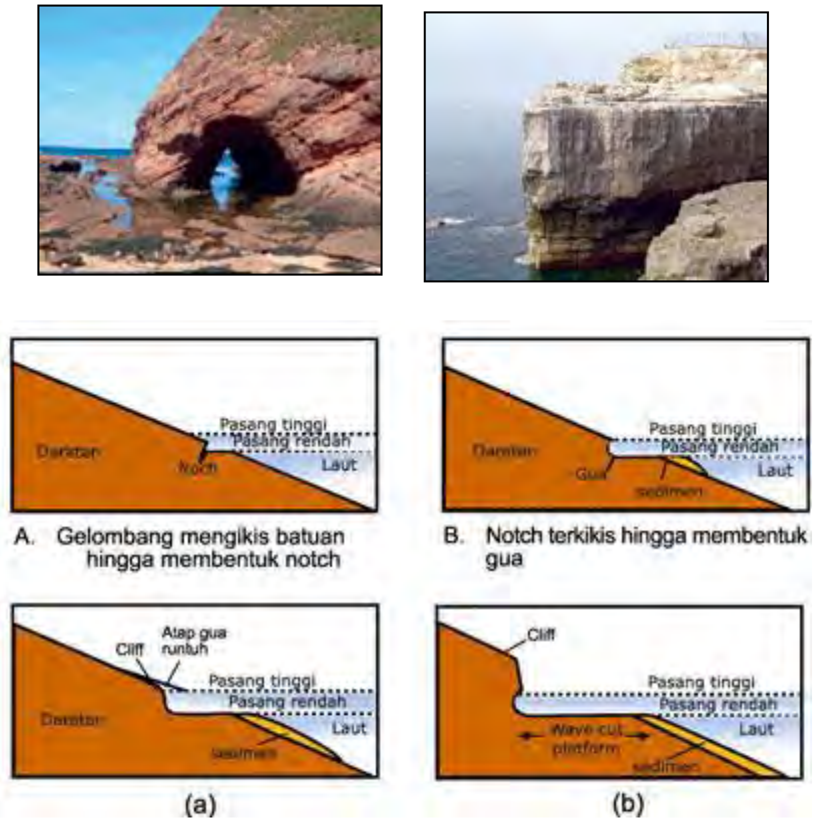
g. Air terjun, terbentuk pada sungai yang jenis batuan dasarnya ada yang resisten dan yang tidak resisten. Proses yang terjadi hampir sama dengan aliran deras. Hanya saja, pengikisan air mengakibatkan perbedaan elevasi yang cukup besar antara batuan resisten dan batuan yang tidak resisten. Akibatnya, air jatuh dari ketinggian membentuk air terjun. Lihat gambar di bawah ini.



Gambar 9.4. Pembentukan air terjun

B. Pengikisan oleh air laut

Erosi oleh air laut merupakan pengikisan di pantai akibat pukulan gelombang laut yang terjadi secara terus - menerus terhadap dinding pantai. Bentang alam yang diakibatkan oleh erosi air laut, antara lain *cliff* (tebing terjal), *notch* (takik), gua di pantai, *wave cut platform* (punggung yang terpotong gelombang), tanjung, dan teluk. *Cliff* terbentuk karena gelombang melemahkan batuan di pantai. Pada awalnya gelombang meretakan batuan di pantai. Akhirnya, retakan semakin membesar dan membentuk *notch* yang semakin dalam akan membentuk gua. Akibat diterjang gelombang secara terus menerus mengakibatkan atap gua runtuh dan membentuk *cliff* dan *wave cut playform*. Lihatlah gambar di bawah ini!



Gambar 9.5. Proses pengikisan oleh air laut

C. Bentang Alam Akibat Sedimentasi

Sedimentasi adalah terbawa-nya material hasil dari pengikisan dan pelapukan oleh air, angin, atau gletser ke suatu wilayah yang kemudian diendapkan. Semua batuan hasil pelapukan dan pengikisan yang diendapkan lama kelamaan akan menjadi batuan sedimen. Hasil proses sedimentasi di suatu tempat dengan tempat lain akan berbeda. Berikut ini akan dijelaskan ciri bentang lahan akibat proses pengendapan berdasarkan tenaga pengangkutnya.

Batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin, dan gletser. Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang, atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. Di padang pasir misalnya, timbunan pasir yang luas dapat dihembuskan

angin dan berpindah ke tempat lain. Sedangkan gletser, walaupun lambat gerakannya, tetapi memiliki daya angkut besar.

Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin tadi. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya ber-kurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air tadi. Karena itu pengendapan ini bisa terjadi di sungai, danau, dan di laut. Pengendapan yang terjadi di sungai disebut sedimen fluvial. Hasil pengendapan ini biasanya berupa batu guling, batu geser, pasir, kerikil, dan lumpur yang menutupi dasar sungai. Bahkan endapan sungai ini sangat baik dimanfaatkan untuk bahan bangunan atau pengaspalan jalan. Oleh karena itu tidak sedikit orang yang bermata-pencaharian mencari pasir, kerikil, atau batu hasil endapan itu untuk dijual.

Di danau juga bisa terjadi endapan batuan. Hasil endapan ini biasanya dalam bentuk delta, lapisan batu kerikil, pasir, dan lumpur. Proses pengendapan di danau ini disebut sedimen limnis. Bagaimana pengendapan terjadi di darat? Misalnya gumuk pasir di pantai berasal dari pasir yang terangkat ke udara pada waktu ombak memecah di pantai landai, lalu ditiup angin laut ke arah darat, sehingga membentuk timbunan pasir yang tinggi. Contohnya, gumuk pasir sepanjang pantai Barat Belanda yang menjadi tanggul laut negara itu. Di Indonesia gumuk pasir yang menyerupai di Belanda bisa ditemukan di pantai Parang Tritis Yogyakarta.

1. Pengendapan oleh air

Batuan hasil pengendapan oleh air disebut sedimen akuatis. Bentang alam hasil pengendapan oleh air, antara lain meander, dataran banjir, tanggul alam dan delta.

a. Meander

Meander merupakan sungai berkelok-kelok yang terbentuk karena adanya pengendapan. Proses berkelok-keloknya sungai dimulai dari bagian hulu. Pada bagian hulu, volume air kecil dan tenaga yang terbentuk juga kecil. Akibatnya sungai mulai menghindari penghalang dan mencari rute yang paling mudah dilewati. Sementara, pada bagian hulu belum terjadi pengendapan. Pada bagian tengah, yang wilayahnya mulai datar aliran air mulai lambat dan membentuk meander. Proses meander terjadi pada tepi sungai, baik bagian dalam maupun tepi luar. Di bagian sungai yang

alirannya cepat akan terjadi pengikisan, sedangkan bagian tepi sungai yang lamban alirannya akan terjadi pengendapan. Apabila hal itu berlangsung secara terus-menerus akan membentuk meander.

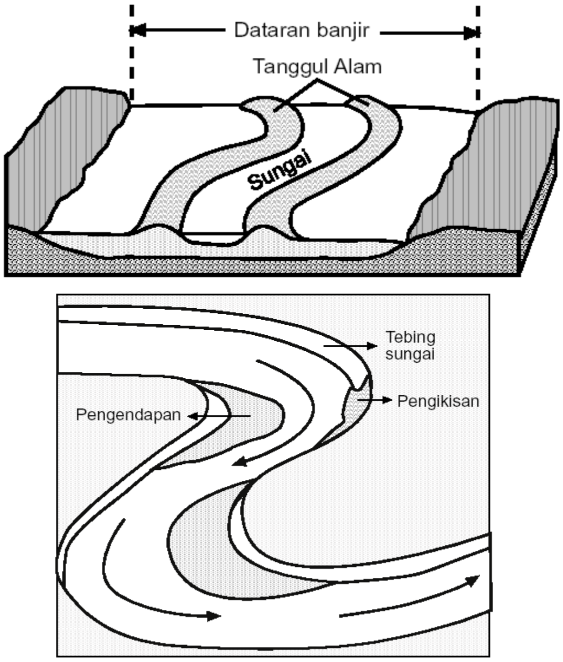
Meander biasanya terbentuk pada sungai bagian hilir, di mana pengikisan dan pengendapan terjadi secara berturut-turut. Proses pe-ngendapan yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan kelokan sungai terpotong dan terpisah dari aliran sungai, sehingga terbentuk *oxbow lake*.

b. Delta

Pada saat aliran air mendekati muara, di danau atau laut, maka kecepatan alirannya melambat. Aki-batnya, terjadi pengendapan sedi-men oleh air sungai. Pasir akan diendapkan sedangkan tanah liat dan lumpur tetap terangkut oleh aliran air. Setelah sekian lama, akan terbentuk lapisan sedimen. Akhirnya lapisan sedimen membentuk dataran yang luas pada bagian sungai yang mendekati muaranya dan membentuk delta. Pemben-tukan delta memenuhi beberapa syarat. Pertama, sedimen yang dibawa oleh sungai harus banyak ketika akan masuk laut atau danau. Kedua, arus di sepanjang pantai tidak terlalu kuat. Ketiga, pantai harus dangkal. Contoh bentang alam ini adalah delta Sungai Musi, Kapuas, dan Kali Brantas.

c. Dataran banjir dan tanggul alam

Apabila terjadi hujan lebat, volume air meningkat secara cepat. Akibatnya terjadi banjir dan meluapnya air hingga ke tepi sungai. Pada saat air surut, bahan-bahan yang terbawa oleh air sungai akan terendapkan di tepi sungai. Akibatnya, terbentuk suatu dataran di tepi sungai. Timbulnya material yang tidak halus (kasar) terdapat pada tepi sungai. Akibatnya tepi sungai lebih tinggi dibandingkan dataran banjir yang terbentuk. Bentang alam itu disebut tanggul alam.



Gambar 9.6. Pembentukan dataran banjir, tanggul alam, dan *meandering*

2. Pengendapan oleh air laut

Batuan hasil pengendapan oleh air laut disebut sedimen *marine*. Pengendapan oleh air laut dikarenakan adanya gelombang. Bentang alam hasil pengendapan oleh air laut, antara lain pesisir, spit, tombolo, dan penghalang pantai.

Pesisir merupakan wilayah pengendapan di sepanjang pantai. Biasanya terdiri dari material pasir. Ukuran dan komposisi material di pantai sangat bervariasi tergantung pada perubahan kondisi cuaca, arah angin, dan arus laut. Arus pantai mengangkut material yang ada di sepanjang pantai. Jika terjadi perubahan arah, maka arus pantai akan tetap mengangkut material material ke laut yang dalam. Ketika material masuk ke laut yang dalam, terjadi pengendapan material. Sete-lah sekian lama, terdapat akumulasi material yang ada di atas permu-kaan laut. Akumulasi material itu disebut spit. Jika arus pantai terus berlanjut, spit akan semakin pan-jang. Kadang-kadang spit terbentuk melewati teluk dan membentuk penghalang pantai (*barrier beach*).

Sungai yang mengalir dengan membawa berbagai jenis batuan akhirnya bermuara di laut, sehingga di laut terjadi proses pengendapan batuan yang paling

besar. Hasil pengendapan di laut ini disebut sedimen marin. Pengendapan di laut dapat menghasilkan delta dan estuaria.

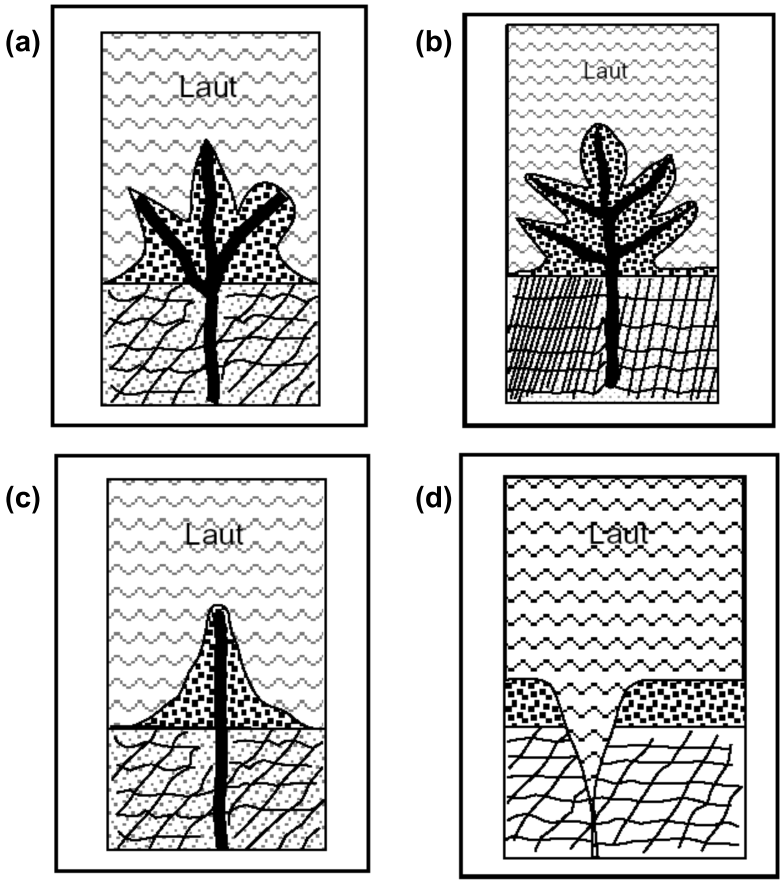
Delta terjadi di muara sungai yang lautnya dangkal dan sungainya membawa banyak bahan endapan. Bentuk delta dapat dikelompokkan dalam 4 macam:

a. Delta lobben, bentuknya menye-rupai kaki burung. Biasanya tum-buh cepat besar, karena sungai membawa banyak bahan endap-an. Contohnya delta Missisippi.

b. Delta tumpul, bentuknya seperti busur. Keadaannya cenderung te-tap, misalnya delta Tiger dan Nil.

c. Delta runcing, bentuknya runcing ke atas menyerupai kerucut. Delta ini makin lama makin sempit.

d. Estuaria, yaitu bagian rendah dan luas dari mulut sungai.



Gambar 9.7. Beragam bentuk delta, (a) loben, (b) delta tumpul, (c) delta runcing, dan (d) estuaria.

BAB 10

KEKAR DAN SESAR

Struktur geologi yang banyak diungkap berperan pada bencana geologi adalah kekar dan sesar. Kekar (*joint*) secara sederhana dikatakan sebagai rekahan ber-bentuk teratur pada masa batuan yang tidak menampakkan (dilihat dengan mata telanjang) telah terjadi pergeseran pada kedua sisi-sisinya.

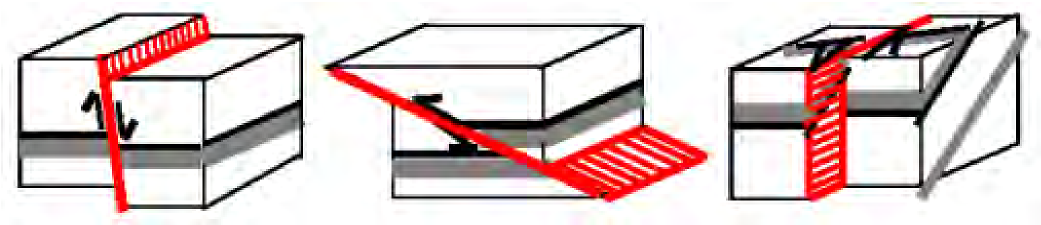
Secara umum kekar dibe-dakan menjadi empat (Mc Clay, 1987), yaitu kekar tarik (rekahan yang membuka akibat gaya ekstensi yang berarah tegak lurus terhadap arah rekahan), kekar gerus (biasa-nya berpasangan merupakan suatu *set* dan lurus, terdapat pergeseran yang diakibatkan oleh gaya kom-presi), kekar hibrid (berkenampakan sebagai kekar gerus yang membuka, kombinasi antara kekar gerus dan kekar tarik), dan kekar tarik tak beraturan (arah kekar tak beraturan, sering meru-pakan akibat *hydraulic fracturing*).

Kehadiran kekar pada batuan dapat meningkatkan porositas ba-tuan, sehingga mampu menyimpan air (sebagai aquifer) ataupun hidro-karbon (seabagai reservoir), sebalik-nya juga memperlemah kekuatan batuan. Kehadiran kekar di dekat permukaan juga dapat memper-cepat proses pelapukan batuan.

Sesar (*fault*) yang dikenal juga sebagai patahan adalah rekahan pada masa batuan yang telah memperlihatkan gejala pergeseran pada ke dua belah sisi bidang rekahan (Simpson, 1968). Berdasar kinematikanya, secara garis besar, dibedakan menjadi sesar turun, sesar naik, dan sesar geser. Sesar yang dimaksud adalah pergeseran yang disebabkan oleh gaya tektonik.



Gambar 10.1. Kekar tarik (kiri), kekar gerus (tengah) dan kekar hybrid (kanan)



Gambar 10.2. Sesar turun (kiri), sesar naik (tengah) dan sesar geser (kanan)

RANGKUMAN

1. Waktu Geologi

   Secara garis besar pengukuran waktu geologi dapat dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu skala waktu mutlak dan nisbi (Katili & Mark, 1963). Kedua skala waktu tersebut memiliki perbedaan yang mendasar, terutama dalam penerapannya.

   a. Waktu mutlak : pasti dan dapat di mengerti
   b. Waktu relatif : dilakukan dengan membandingkan usia lapisan yang satu dengan yang lainnya

2. Susunan Bumi

   a. Kerak bumi

      Merupakan lapisan paling atas dengan tebal rata-rata antara 10 – 50 km. Tebal lapisan ini tidak sama di semua tempat.

   b. Selimut

      Lapisan bagian dalam setelah kerak bumi adalah selimut (*mantle*), lapisan ini bersifat melindungi bagian dalam bumi. Lapisan ini menempati bagian bawah dari kerak bumi, pada umumnya dibagi menjadi tiga bagian yaitu litosfer, astenosfer dan mesosfer.

   c. Inti (ore)

      Lapisan paling dalam dari bumi disebut dengan inti (*core*), lapisan ini dibedakan menjadi dua bagian yaitu inti luar (*outer core*) dan inti dalam (*inner core*).

3. Siklus Batuan

Berdasarkan mekanisme daur batuan di alam dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Magma mengalami proses pendinginan, terjadi kristalisasi membentuk batuan beku.
b. Batuan beku mengalami pelapukan, tererosi, terangkut dalam bentuk larutan ataupun tidak larut, diendapkan, sedimentasi membentuk batuan sedimen.
c. Batuan sedimen dapat mengalami perubahan baik secara kontak, dynamo dan hidrotermik akan mengalami perubahan bentuk dan menjadi batuan metamorf.
d. Batuan metamorf yang mencapai lapisan bumi yang suhunya tinggi mungkin berubah lagi.

4. Gaya-gaya Geologi

a. Tenaga Endogen

Tenaga atau gaya endogen adalah kekuatan yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan perubahan pada kulit bumi.

1) Tektonisme

Tektonisme adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi.

2) Vulkanisme

Vulkanisme adalah semua gejala yang terjadi akibat adanya aktivitas magma.

3) Seisme (gempa)

b. Tenaga Eksogen

Tenaga Eksogen adalah Tenaga yang berasal dari luar bumi. Sifat umum tenaga eksogen adalah merombak bentuk permukaan bumi hasil bentukan dari tenaga endogen.

SOAL-SOAL

1. Apa yang dimaksud dengan umur relatif batuan?
2. Jelaskan cara menentukan umur absolut batuan!
3. Berapa kisaran umur kenozoikum?
4. Mengapa dinamakan periode Karbon?

5. Apa yang dimaksud dengan istilah-istilah berikut :
    a. Litosfer
    b. Calcosfer
    c. Barisfer
    d. Tenaga endogen dan eksogen
    e. Tektonisme
    f. Denudasi
    g. Batolit
    h. Lakolit.
6. Gambarkan dan jelaskan siklus pembentukan batuan!
7. Bagaimana relief dasar laut?
8. Bagaimana terbentuknya bentang alam akibat sedementasi laut?
9. Bagaimana terbentuknya gunung api maar dan strato perisai?
10. Gambarkan dan jelaskan proses magmatik dan vulkanisme?
11. Ada berapa tipe letusan gunungapi, jelaskan?
12. Bedakan antara sesar dan kekar!
13. Apa yang dimaksud dengan sesar turun?
14. Jelaskan dengan gambar perbedaan graben dan horst!
15. Efek apa yang ditimbulkan oleh gerak epirogenetik?

GLOSARIUM

1. Astenosfer : lapisan setelah / di bawah litosfer dengan ketebalan sekitar 100 – 400 km.
2. Denudasi
3. Diatropisme : proses pembentukan kembali kulit bumi yaitu melalui pembentukan gunung-gunung, lembah-lembah, lipatan-lipatan dan retakan-retakan.
4. Gerak epirogenetik : gerak yang dapat menimbulkan permukaan bumi seolah-olah turun atau naik disebabkan oleh gerakan di bumi yang lambat dan meliputi daerah yang luas.
5. Kekar : rekahan berbentuk teratur pada masa batuan yang tidak menampakkan telah terjadi pergeseran pada kedua sisi-sisinya.
6. Kerak bumi : merupakan lapisan paling atas dengan tebla rata-rata antara 10 – 50 km. Tebal lapisan ini tidak sama di semua tempat.
7. Litosfer : kulit / muka bumi yang dapat dibagi-bagi kembali.
8. Meander : sungai berkelok-kelok yang terbentuk karena adanya pengendapan.
9. Mesosfer : berwujud padat dengan ketebalan sekitar 1#2.400 – 2.750 km, terletak di bawah astenosfer.
10. Selimut : lapisan bagian dalam setelah kerak bumi.
11. Sesar : rekahan pada pasa batuan yang telah memperlihatkan gejala pergeseran pada kedua belah sisi bidang rekahan.
12. Teksonisme : tenaga yang berasal dari dalam bumi.
13. Tenaga eksogen : Tenaga yang berasal dari luar bumi. Sifat umum tenaga eksogen adalah merombak bentuk permukaan bumi hasil bentukan dari tenaga endogen.
14. Tenaga endogen : kekuatan yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan perubahan pada kulit bumi.
15. Waktu mutlak : umum yang dinyatakan dengan bilangan yang pasti.
16. Waktu relatif : dilakukan dengan membandingkan usia lapisan yang satu dengan yang lainnya.
17. Vulkanisme : semua gejala yang terjadi akibat adanya aktivitas magma.

BAB 11
KEGEMPAAN

Gempa bumi berlaku setiap hari di bumi, namun kebanyakannya adalah kecil dan tidak menyebabkan apa-apa kerosakan. Gempa bumi kecil juga akan mengiringi gempa bumi besar, dan boleh berlaku sama ada sebelum atau selepas gempa bumi besar tersebut. Ia dipanggil gempa susulan.

Ahli seismologi mengkaji bahagian gempa bumi seperti geseran pada garisan memanjang yang mengakibatkan gempa bumi, apa yang berlaku pada permukaan bumi, bagaimana tenaga bergerak dari dalam bumi ke permukaan bumi dan bagaimana tenaga ini menyebabkan kemusnahan.

Dengan mengkaji bahagian dan proses pembentukan gempa bumi, ahli seismologi mengetahui kesan dan bagaimana meramal kemunculan agar kemusnahannya tidak begitu ketara.

- Skala kuat gempa dibuat oleh Richter, dalam skala numerik (M) dari 1 sampai 10 (logaritmik).

  M = log X/T + Y dimana :

  X = amplitudo gelombang, T = periode osilasi, Y = faktor koreksi ditentukan dari interval S – P. X/T = energi yang sampai ke seismograf.
- Tiap naik 1 unit skala berarti magnitutnya 10 kali lebih besar.
- Gempa terbesar yang pernah terjadi berskala 8.6 sampai 9.

  Energi yang dilepaskan sama dengan 10.000 bom atom di Hirosima.

A. Bahaya Gempa

Ada 6 hal utama :

1. Guncangan gelombang permukaan menghancurkan bangunan
2. Terjadi sesar di permukaan.
3. Kebakaran.
4. Tanah longsor.
5. *Liquefaction,* batuan jenuh air menjadi massa cair, amblesan.
6. Tsunami

B. Studi Sumber Gempa

1. Bila gerak pertama gelombang P yang datang mendorong seismometer keatas, berarti gerak sesar pada fokus gempa kearah seismometer.
2. Bila kebawah, tentunya kebalikannya.
3. Gelombang S dan gelombang permukaan juga memberikan gejala slip gempa dan orientasi sesar dan dapat dipergunakan sebagai estimasi gerak pada fokus gempa

C. Gempa bumi tektonik

Gempa bumi tektonik disebabkan oleh perlepasan tenaga yang terhasil daripada geseran batuan di keretakan memanjang sepanjang batuan sempadan plat tektonik. Tenaga dihasilkan oleh tekanan antara batuan dikenali sebagai kecacatan tektonik. Kesan ini adalah seperti gelang getah ditarik dan dilepaskan dengan tiba-tiba.

D. Tata Surya

Tata surya (bahasa Inggris: solar system) terdiri dari sebuah bintang yang disebut matahari dan semua objek yang yang mengelilinginya. Objek-objek tersebut termasuk delapan buah planet yang sudah diketahui dengan orbit berbentuk elips, meteor, asteroid, komet, planet-planet kerdil/katai, dan satelit-satelit alami.

Tata surya dipercaya terbentuk semenjak 4,6 milyar tahun yang lalu dan merupakan hasil penggumpalan gas dan debu di angkasa yang membentuk matahari dan kemudian planet-planet yang mengelilinginya.

Tata surya terletak di tepi galaksi Bima Sakti dengan jarak sekitar 2,6 x 1017 km dari pusat galaksi, atau sekitar 25.000 hingga 28.000 tahun cahaya dari pusat galaksi. Tata surya mengelilingi pusat galaksi Bima Sakti dengan kecepatan 220 km/detik, dan dibutuhkan waktu 225–250 juta tahun untuk untuk sekali mengelilingi pusat galaksi.

Dengan umur tata surya yang sekitar 4,6 milyar tahun, berarti tata surya kita telah mengelilingi pusat galaksi sebanyak 20–25 kali dari semenjak terbentuk.

Tata surya dikekalkan oleh pengaruh gaya gravitasi matahari dan sistem yang setara tata surya, yang mempunyai garis pusat setahun kecepatan cahaya, ditandai adanya taburan komet yang disebut awan Oort. Selain itu juga terdapat awan Oort berbentuk piring di bagian dalam tata surya yang dikenali sebagai awan Oort dalam.

Disebabkan oleh orbit planet yang membujur, jarak dan kedudukan planet berbanding kedudukan matahari berubah mengikut kedudukan planet di orbit.

Daftar jarak planet

Daftar planet dan jarak rata-rata planet dengan matahari dalam tata surya adalah seperti berikut:

57,9 juta kilometer	ke Merkurius
108,2 juta kilometer	ke Venus
149,6 juta kilometer	ke Bumi
227,9 juta kilometer	ke Mars
778,3 juta kilometer	ke Jupiter
1.427,0 juta kilometer	ke Saturnus
2.871,0 juta kilometer	ke Uranus
4.497,0 juta kilometer	ke Neptunus

Terdapat juga lingkaran asteroid yang kebanyakan mengelilingi matahari di antara orbit Mars dan Jupiter. Karena rotasinya terhadap sumbu masing-masing, garis khatulistiwa menjadi lingkar terpanjang yang terdapat di setiap planet dan bintang.

A. SUMBER DAYA MINERAL DAN ENERGI

Endapan Mineral adalah setiap volume batuan yang mengandung pengayaan satu atau lebih mineral.

Sumberdaya Mineral

- Endapan Mineral adalah setiap volume batuan yang mengandung pengayaan satu atau lebih mineral.
- Karakteristik endapan mineral yang jelas :

- ✓ Keberadaan mineral-mineral terpakai terbatas dan hanya dijumpai pada tempat-tempat tertentu dalam kerak Bumi.
- ✓ Jumlah cadangan mineral tertentu pada satu tempat/negara juga terbatas. Jarang diketahui dengan persis.
- ✓ Endapan-endapan mineral dikuras oleh penambangan dan akhirnya habis (***exhausted*****).**
- ✓ **Endapan mineral tidak terbarukan**

Karakteristik endapan mineral yang jelas :

Keberadaan mineral-mineral terpakai terbatas dan hanya dijumpai pada tempat-tempat tertentu dalam kerak Bumi. Jumlah cadangan mineral tertentu pada satu tempat/negara juga terbatas. Jarang diketahui dengan persis. Endapan-endapan mineral dikuras oleh penambangan dan akhirnya habis (***exhausted*****).**

- **Bijih** (***ore***), ekonomi, kelompok mineral-mineral yang salah satu atau lebih dapat diekstrak menjadi ekonomis.
- **Endapan mineral** (*mineral deposit*), geologi.
- Masalah ekonominya, bijih harus ditemukan, ditambang, dan memrosesnya semurah mungkin.

  Kadar bijih terendah yang pernah ditambang sekitar 0.5 persen tembaga—dan dilakukan hanya selama harganya tinggi.

Sumber Energi

Penggunaan energi dapat dikelompokkan menjadi :

1. Transportasi.
2. Penggunaan Domestic.
3. Industri (semua pabrik dan pemrosesan raw material ditambah pertumbuhan bahan makanan/ pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Sampurno, 1989, Pengantar Geologi, ITB, Bandung

Katili, J.A. and Marks, P, 1966, Geologi, Departemen Urusan Research Nasional, Jakarta

Soeriadmadja, Rubini, 1992, Petrologi dan Mineralogi, ITB, Bandung

Syafei, Benyamin, 2006, Pedoman Praktikum Geologi Fisik, Laboratrium Geologi Dinamik, ITB, Bandung

Longwell, C.R., Flint R.R., 1961, Introduction to Physical Geology, 3rd Edition, John Whiley & Sons, New York, London, Sydney

Tarbuck, E.J., Lutgens, F.K., and Pinzke, K.G., 2003, Applications & Investigations in Earth Science, 4th Edition, Prentice Hall

Tegap K. Purba, dkk, 1977, *Geologi Umum*, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan dan Kebuayaan